

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

Same Inv
date 2/16

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-217598

(P2002-217598A)

(43) 公開日 平成14年 8月 2日 (2002. 8. 2)

(51) Int.Cl.

H 0 5 K 13/04
13/08

識別記号

F I

H 0 5 K 13/04
13/08

テームト* (参考)

M 5 E 3 I 3
Q

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願2001-7274(P2001-7274)

(22) 出願日 平成13年 1月16日 (2001. 1. 16)

(71) 出願人 000237271

富士機械製造株式会社

愛知県知立市山町茶碓山19番地

(72) 発明者 飯坂 淳

愛知県知立市山町茶碓山19番地 富士機械
製造株式会社内

(72) 発明者 清水 浩二

愛知県知立市山町茶碓山19番地 富士機械
製造株式会社内

(74) 代理人 100079669

弁理士 神戸 典和

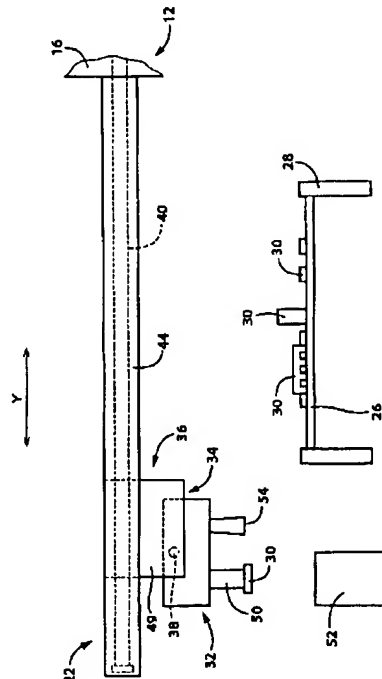
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電子部品装着装置

(57) 【要約】

【課題】電子部品装着装置の熱膨張にもかかわらず、電子部品を十分に高い位置精度で基板に装着することを可能にする。

【解決手段】電子部品30の装着ヘッド32に固定された、Y軸ボールねじ40の熱膨張量を検出するための熱膨張マーク54と、装置本体12に固定された撮像装置52とを使用するとともに、その撮像装置52による熱膨張マーク54の撮像結果に基づき、熱膨張に依拠した誤差がその装着ヘッド32のY軸方向における実際の各位置に反映されることが抑制されるように、コントローラからY軸ボールねじ40の駆動装置に供給されるべき指令信号を決定する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 電子部品を吸着して保持するとともに、その保持された電子部品をその電子部品が装着されるべき装着対象材上の目標位置まで移動させて位置決めし、その位置決めされた電子部品を装着対象材に装着する電子部品装着装置であって、

装置本体と、

その装置本体に対して相対運動させられる可動部と、駆動装置と、

前記装置本体に取り付けられた運動付与部材であって、一直線に沿って延びるとともに、前記駆動装置の作動に基づき、その直線に沿った運動を前記可動部に付与し、かつ、その運動付与部材に熱膨張が生ずるとそれに応じた誤差を前記可動部の前記運動方向における位置に関して生じさせるものと、

前記装置本体と前記可動部との一方に固定された被撮像対象、およびそれら装置本体と可動部との他方に固定されて前記被撮像対象を撮像する撮像装置であって、それら被撮像対象と撮像装置とが、その撮像装置による被撮像対象の撮像結果に基づくその被撮像対象の撮像装置に対する相対位置誤差の検出値を、当該電子部品装着装置の熱膨張に依拠した被撮像対象の相対位置誤差である熱膨張依拠誤差に実質的に一致させる配置を有するものと、

前記駆動装置に指令信号を供給してその駆動装置を制御することにより、前記可動部の前記運動方向における位置を制御するコントローラであって、前記指令信号を、前記撮像装置による前記被撮像対象の撮像結果に基づき、前記熱膨張依拠誤差が前記可動部の前記運動方向における実際の各位置に反映されることが抑制されるように決定するものを含む電子部品装着装置。

【請求項2】 前記撮像装置が、前記装置本体に、当該電子部品装着装置の熱膨張の影響も、他の要因による影響も実質的に受けない位置において、固定される一方、前記被撮像対象が、前記可動部に、当該電子部品装着装置の熱膨張の影響は受けるが、他の要因による影響は実質的に受けない位置において、固定される請求項1に記載の電子部品装着装置。

【請求項3】 前記可動部が、前記電子部品を吸着して保持する保持具を含み、前記被撮像対象が、その可動部に固定されたものであり、前記撮像装置が、前記装置本体に固定されるとともに、前記被撮像対象のみならず、前記保持具に吸着された電子部品をも撮像するものを含む請求項1または2に記載の電子部品装着装置。

【請求項4】 前記可動部が、第1可動部および第2可動部を含み、その第2可動部が、前記電子部品を吸着して保持する保持具を含み、前記運動付与部材が、前記第1可動部および第2可動部に対応する第1運動付与部材および第2運動付与部材であって互いに交差する方向に延びるものを含み、前記第1運動付与部材がその一端

において前記装置本体に直接に取り付けられるのに対し、前記第2運動付与部材がその一端において前記第1可動部に取り付けられて前記装置本体に間接に取り付けられており、前記被撮像対象が、前記第2可動部に固定されたものである請求項1ないし3のいずれかに記載の電子部品装着装置。

【請求項5】 前記可動部が、第1可動部および第2可動部を含み、その第2可動部が、前記電子部品を吸着して保持する保持具を含み、前記運動付与部材が、前記第1可動部および第2可動部に対応する第1運動付与部材および第2運動付与部材であって互いに交差する方向に延びるものを含み、前記第1運動付与部材がその一端において前記装置本体に直接に取り付けられるのに対し、前記第2運動付与部材がその一端において前記第1可動部に取り付けられて前記装置本体に間接に取り付けられており、前記被撮像対象が、前記第1可動部に固定されたものである請求項1ないし3のいずれかに記載の電子部品装着装置。

【請求項6】 前記被撮像対象が、前記装置本体に、当該電子部品装着装置の熱膨張の影響も、他の要因による影響も実質的に受けない位置において、固定される一方、前記撮像装置が、前記可動部に、当該電子部品装着装置の熱膨張の影響は受けるが、他の要因による影響は実質的に受けない位置において、固定される請求項1に記載の電子部品装着装置。

【請求項7】 前記可動部が、前記装着対象材上の基準マークを前記撮像装置により撮像するために装着対象材に対して移動させられる移動具を含み、前記撮像装置が、その移動具に固定されるとともに、前記被撮像対象のみならず、前記基準マークをも撮像するものを含み、前記被撮像対象が、前記装置本体に固定されたものである請求項1または6に記載の電子部品装着装置。

【請求項8】 前記可動部と前記駆動装置と前記運動付与部材とが、それらを一組として複数組、設けられており、前記被撮像対象と前記撮像装置とが、それら複数組の各々に関して設けられたものである請求項1ないし7のいずれかに記載の電子部品装着装置。

【請求項9】 前記被撮像対象と前記撮像装置とのうち前記装置本体に固定されるものが、複数、前記運動付与部材に平行な方向に並んで前記装置本体に配置されたものである請求項1ないし8のいずれかに記載の電子部品装着装置。

【請求項10】 前記被撮像対象が、中央部とその周辺部とをそれぞれ、領域わけが可能な2つの画像として前記撮像装置により撮像されるものとして有するとともに、互いに平行にずらされた2つの平面のうち前記撮像装置に近い平面上には前記中央部、遠い平面上には前記周辺部がそれぞれ配置されたものである請求項1ないし9のいずれかに記載の電子部品装着装置。

【請求項11】 前記被撮像対象が、本体と、その本体

の表面から突出した突出部とを含み、かつ、前記中央部は、その突出部の先端に形成される一方、前記周辺部は、前記本体の表面のうち前記突出部の基端を囲む領域に形成されたものである請求項10に記載の電子部品装着装置。

【請求項12】 前記突出部が、その先端が円形であるものである請求項11に記載の電子部品装着装置。

【請求項13】 前記突出部が、その先端の前記撮像装置への投影像の外周の全体が、その突出部のうち前記周辺部の表面から前記突出部の先端に向かって突出している先端側突出部分の基端である突出部分基端の、前記撮像装置への投影像の外周の外側に位置するものである請求項11または12に記載の電子部品装着装置。

【請求項14】 前記周辺部が、前記領域に装着されたシールにより構成されるものであり、前記突出部のうち前記先端側突出部分を除いた部分であって前記突出部分基端から突出している部分である基端側突出部分が、前記先端側突出部分より小径のものであり、それにより、それら先端側突出部分と基端側突出部分との間に段付き面が形成され、前記シールが、前記基端側突出部分が通過する貫通穴を有するものであり、前記突出部が、前記段付き面で前記シールのうち前記貫通穴の周縁を覆うものである請求項13に記載の電子部品装着装置。

【請求項15】 前記運動付与部材が、前記装置本体に片持ち状に支持されたものであり、前記コントローラが、前記指令信号を、前記運動付与部材の各位置における熱膨張量がその運動付与部材上の基準点からの距離に比例して増加するという仮定のもとに、前記熱膨張依拠誤差が前記可動部の前記運動方向における実際の各位置に反映されることが抑制されるように決定する比例型指令信号決定手段を含む請求項1ないし14のいずれかに記載の電子部品装着装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電子部品装着装置に関するものであり、特に、電子部品の装着精度の向上に関するものである。

【0002】

【従来の技術】電子部品装着装置は、抵抗、コンデンサ等のチップ型電子部品、フラットパッケージ型電子部品、コネクタ等の、リード線を有し、あるいは有さない種々の電子部品をプリント基板等の装着対象材に装着する装置である。

【0003】この種の電子部品装着装置は、一般に、電子部品を吸着して保持するとともに、その保持された電子部品をその電子部品が装着されるべき装着対象材上の目標位置まで移動させて位置決めし、その位置決めされた電子部品を装着対象材に装着するように構成される。

【0004】具体的には、この種の電子部品装着装置は、(a)装置本体と、(b)可動部と、(c)駆動装

置と、(d)一直線に沿って延びるとともに、駆動装置の作動に基づき、その直線に沿った運動を可動部に付与する運動付与部材と、(e)駆動装置に指令信号を供給してその駆動装置を制御することにより、可動部の運動方向における位置を制御するコントローラとを含むように構成される。運動付与部材の一例は、同じ軸方向位置で回転させられるボールねじであってその回転運動を可動部の直線運動に変換するものである。別の例は、静止させられるボールねじであってそれに螺合されるナットの回転運動を可動部の直線運動に変換するものである。さらに別の例は、直線状のステータであってその磁力力をそのステータに係合されるスライドの直線運動に変換するものである。それらステータとスライドとが互いに共同してリニアモータを構成する。

【0005】この電子部品装着装置においては、例えば、可動部が、電子部品を吸着して保持する保持具を含むものとされ、かつ、その保持具に保持された電子部品を撮像する撮像装置が装置本体に固定される。その撮像装置による撮像結果に基づき、前記コントローラは、保持具による電子部品の実際の保持位置を検出するとともに、その検出結果に基づき、その実際の保持位置の正規位置からの誤差を位置誤差として測定する。コントローラは、さらに、その測定された位置誤差が電子部品の実際の装着位置に反映されないように、駆動装置に供給すべき指令信号を決定する。

【0006】さらに、この電子部品装着装置においては、例えば、可動部が、装着対象材上の基準マークを撮像装置により撮像するために装着対象材に対して移動させられる移動具を含むものとされ、かつ、その移動具に撮像装置が固定される。その撮像装置による撮像結果に基づき、前記コントローラは、装着対象材の実際の位置を検出するとともに、その検出結果に基づき、その実際の位置の正規位置からの誤差を位置誤差として測定する。

【0007】さらにまた、この電子部品装着装置においては、複数の可動部として、保持具と移動具とが設けられ、かつ、保持具に保持された電子部品を撮像する部品撮像装置が装置本体に固定されるとともに、装着対象材上の基準マークを撮像する基準マーク撮像装置が移動具に固定される。その部品撮像装置による撮像結果に基づき、前記コントローラは、保持具による電子部品の実際の保持位置を検出するとともに、その検出結果に基づき、その実際の保持位置の正規位置からの誤差を位置誤差として測定する。さらに、基準マーク撮像装置による撮像結果に基づき、コントローラは、装着対象材の実際の位置を検出するとともに、その検出結果に基づき、その実際の位置の正規位置からの誤差を位置誤差として測定する。コントローラは、さらに、その測定された2つの位置誤差が電子部品の実際の装着位置に反映されないように、駆動装置に供給すべき指令信号を決定する。

【0008】以上説明した電子部品装着装置においては、駆動装置が一般に、サーボンプ、モータ等、発熱する電気機器を含むように構成されるという理由や、可動部と運動付与部材との相対移動に起因して摩擦熱が生じるという理由等により、装置本体や運動付与部材が加熱されて熱膨張が生ずることを避け得ない。そして、この熱膨張は、電子部品装着装置による電子部品の装着精度を低下させる要因となる。

【0009】そのため、従来においては、熱膨張による装着精度の低下を抑制すべく、例えば、各回の一連の稼働に先立ち、電子部品装着装置が擬似的に移動させられ、それにより電子部品装着装置に積極的に熱膨張が生じさせられる。アイドリングが行われるのであり、このアイドリングは、熱膨張量が実質的に飽和状態に達するまで行われるのが理想的である。

【0010】さらに、従来においては、そのアイドリングの終了後、例えば、前記基準マークが前記撮像装置により撮像される。その撮像結果に基づき、基準マークの実際位置が検出されるが、このとき、正規位置との差が位置誤差として認識される。そして、後続する本来の稼働において、各回の撮像の結果に基づいて駆動装置に供給されるべき指令信号が、アイドリング時に認識された位置誤差が電子部品の実際の装着位置に反映されないように、補正される。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】したがって、この従来の補正手法によれば、電子部品装着装置の熱膨張に依拠した誤差である熱膨張依拠誤差が電子部品の実際の装着位置に発生することが抑制される。しかし、この従来の補正手法では、熱膨張依拠誤差を満足できるほどに高いレベルで解消することは不可能である。以下、このことを、運動付与部材としてのボールねじに熱膨張が生じる場合を例にとり、具体的に説明する。

【0012】この例においては、前述のように、撮像装置による撮像結果に基づき、基準マークの位置誤差が検出されるが、その位置誤差においては、ボールねじの熱膨張に依拠した誤差成分と、それ以外の原因に依拠した誤差成分、すなわち、装着対象材の位置決め誤差とを互いに分離することが不可能である。

【0013】そのため、この従来例においては、電子部品の装着対象材上への装着位置を、熱膨張量を正しく把握して制御することが不可能である。

【0014】さらに、その熱膨張に依拠した誤差成分の大きさは、ボールねじの軸線上における各位置において一様であるとは限らない。ボールねじの長さが短い場合には、ボールねじの軸線上におけるすべての位置において上記誤差成分が一様であると仮定しても、電子部品の装着精度にそれほど大きな影響は与えないが、ボールねじの長さが長い場合には、上記誤差成分の、ボールねじの軸線上における位置への依存性を無視することは電子

部品の装着精度を確保する上において無視することは適当ではない。

【0015】そして、この従来例においては、電子部品の装着対象材上への装着位置が、上述の熱膨張量の位置依存性を考慮せずに行われる。そのため、この従来例においては、特にボールねじの長さが長い場合に、電子部品の装着位置の精度が熱膨張の影響を受け易い。

【0016】さらにまた、この従来例においては、本来の稼働に先立ってアイドリングを電子部品装着装置に行わせなければならないため、稼働可能な時間がアイドリングに必要な時間、短縮されてしまう。

【0017】

【課題を解決するための手段および発明の効果】このような事情を背景として、本発明は、電子部品装着装置の熱膨張にもかかわらず、電子部品を十分に高い位置精度で装着対象材に装着することを可能にすることを課題としてなされたものであり、本発明によって下記各態様が得られる。各態様は、請求項と同様に、項に区分し、各項に番号を付し、必要に応じて他の項の番号を引用する形式で記載する。これは、本明細書に記載の技術的特徴のいくつかおよびそれらの組合せのいくつかの理解を容易にするためであり、本明細書に記載の技術的特徴やそれらの組合せが以下の態様に限定されると解釈されるべきではない。

【0018】(1) 電子部品を吸着して保持するとともに、その保持された電子部品をその電子部品が装着されるべき装着対象材上の目標位置まで移動させて位置決めし、その位置決めされた電子部品を装着対象材に装着する電子部品装着装置であって、装置本体と、その装置本体に対して相対運動させられる可動部と、駆動装置と、前記装置本体に取り付けられた運動付与部材であって、一直線に沿って延びるとともに、前記駆動装置の作動に基づき、その直線に沿った運動を前記可動部に付与し、かつ、その運動付与部材に熱膨張が生ずるとそれに応じた誤差を前記可動部の前記運動方向における位置に関して生じさせるものと、前記装置本体と前記可動部の一方に固定された被撮像対象、およびそれら装置本体と可動部との他方に固定されて前記被撮像対象を撮像する撮像装置であって、それら被撮像対象と撮像装置とが、その撮像装置による被撮像対象の撮像結果に基づくその被撮像対象の撮像装置に対する相対位置誤差の検出値を、当該電子部品装着装置の熱膨張に依拠した被撮像対象の相対位置誤差である熱膨張依拠誤差に実質的に一致させる配置を有するものと、前記駆動装置に指令信号を供給してその駆動装置を制御することにより、前記可動部の前記運動方向における位置を制御するコントローラであって、前記指令信号を、前記撮像装置による前記被撮像対象の撮像結果に基づき、前記熱膨張依拠誤差が前記可動部の前記運動方向における実際の各位置に反映されることが抑制されるように決定するものを含む電

子部品装着装置〔請求項1〕。この電子部品装着装置においては、装置本体と可動部との一方に固定された被撮像対象と、それら装置本体と可動部との他方に固定された撮像装置とが使用されるとともに、それら被撮像対象と撮像装置とが、その撮像装置による被撮像対象の撮像結果に基づくその被撮像対象の撮像装置に対する相対位置誤差の検出値を、当該電子部品装着装置の熱膨張に依拠した被撮像対象の相対位置誤差である熱膨張依拠誤差に実質的に一致させる配置を有する。さらに、この電子部品装着装置においては、その撮像装置による被撮像対象の撮像結果に基づき、熱膨張依拠誤差が可動部の運動方向における実際の各位置に反映されることが抑制されるように、コントローラから駆動装置に供給されるべき指令信号が決定される。したがって、この電子部品装着装置によれば、撮像装置が熱膨張依拠誤差を単独で検出可能となるため、当該電子部品装着装置の熱膨張にもかかわらず、電子部品を十分に高い位置精度で装着対象材に装着することが容易になる。電子部品の装着精度は、上述の説明から明らかなように、運動付与部材の熱膨張の影響のみならず、装置本体の熱膨張の影響も受ける。そして、本項に係る電子部品装着装置は、コントローラが指令信号を、運動付与部材の熱膨張に起因する可動部の位置誤差のみならず、装置本体の熱膨張に起因する可動部の位置誤差をも考慮して決定する態様で実施することが可能である。この態様によれば、運動付与部材および装置本体の熱膨張にもかかわらず、電子部品を十分に高い位置精度で装着対象材に装着することが容易になる。ただし、コントローラがそれら2種類の熱膨張に依拠した位置誤差のいずれかのみを考慮して指令信号を決定する態様で本項に係る電子部品装着装置を実施することは可能である。本項に係る電子部品装着装置を実施する場合には、被撮像対象と撮像装置とのうち装置本体に固定されるものを、その装置本体のうち、他の部位（例えば、運動付与部材を支持する部位）より熱膨張によって位置および姿勢が変化し難い部位に配置することが、コントローラによる指令信号の最適化に望ましい。また、本項に係る電子部品装着装置は、1つの運動付与部材に可動部が1つ設けられた態様で実施したり、複数設けられた態様で実施することが可能である。さらに、本項において「電子部品装着装置の熱膨張」は、装置本体の熱膨張と運動付与部材の熱膨張との少なくとも一方を含む。この解釈は、以下の各項において適用可能である。

（2） 前記撮像装置が、前記装置本体に、当該電子部品装着装置の熱膨張の影響も、他の要因による影響も実質的に受けない位置において、固定される一方、前記被撮像対象が、前記可動部に、当該電子部品装着装置の熱膨張の影響は受けるが、他の要因による影響は実質的に受けない位置において、固定される（1）項に記載の電子部品装着装置〔請求項2〕。この電子部品装着装置に

よれば、前記（1）項における撮像装置と被撮像対象との配置、すなわち、撮像装置による被撮像対象の撮像結果に基づくその被撮像対象の撮像装置に対する相対位置誤差の検出値を、電子部品装着装置の熱膨張に依拠した被撮像対象の相対位置誤差である熱膨張依拠誤差に実質的に一致させる配置の一例を実現し得る。本項において「他の要因による影響」は、特に被撮像対象に関して、例えば、可動部としての後述の保持具による電子部品の保持位置誤差の影響である。

10 （3） 前記可動部が、前記電子部品を吸着して保持する保持具を含み、前記被撮像対象が、その可動部に固定されたものであり、前記撮像装置が、前記装置本体に固定されるとともに、前記被撮像対象のみならず、前記保持具に吸着された電子部品をも撮像するものを含む

（1）または（2）項に記載の電子部品装着装置〔請求項3〕。この電子部品装着装置によれば、同じ撮像装置により被撮像対象のみならず電子部品も撮像されるため、別々の撮像装置によりそれら2種類の撮像をそれぞれ行う場合におけるより、撮像装置の数が少なくて済む。

20 （4） 前記可動部が、第1可動部および第2可動部を含み、その第2可動部が、前記電子部品を吸着して保持する保持具を含み、前記運動付与部材が、前記第1可動部および第2可動部に対応する第1運動付与部材および第2運動付与部材であって互いに交差する方向に延びるものを含み、前記第1運動付与部材がその一端において前記装置本体に直接に取り付けられるのに対し、前記第2運動付与部材がその一端において前記第1可動部に取り付けられて前記装置本体に間接に取り付けられており、前記被撮像対象が、前記第2可動部に固定されたものである（1）ないし（3）項のいずれかに記載の電子部品装着装置〔請求項4〕。この装置においては、第1可動部が第1運動付与部材に沿った方向に移動させられるのに対し、第2可動部が第1運動付与部材に沿った第1方向と第2運動付与部材に沿った第2方向であって第1方向と交差するものとに沿ってそれぞれ移動させられる。そして、その第2可動部に、保持具と被撮像対象とが設けられている。よって、この装置においては、それら保持具と被撮像対象とが常時一緒に移動させられることになる。したがって、この装置によれば、第2可動部に設けられた被撮像対象を用いることにより、第1運動付与部材自体の、それに沿った方向における熱膨張と、第2運動付与部材自体の、それに沿った方向における熱膨張との双方を把握することが可能となり、その結果、それら熱膨張の影響を可及的に受けないように保持具を移動させることが可能となる。この装置の一実施態様においては、装置本体が、一方向（後述のY軸方向と一致する）に延びる第1運動付与部材と交差する方向（後述のX軸方向と一致する）に延びる部分を有し、かつ、その部分が、その延びる方向にその部分自体の熱

30

40

50

膨張が生じ易いものであり、その部分に第1運動付与部材の一端が直接に取り付けられており、第2運動付与部材が、上記部分に平行に延びるとともに第1運動付与部材より長さが短く、その第1運動付与部材より、運動付与部材自体の熱膨張が生じ難いものとされる。この実施態様においては、電子部品の装着精度という観点からすれば、Y軸方向については、第1運動付与部材自体の熱膨張に依拠する位置誤差が問題になるのに対し、X軸方向については、装置本体のうちの上記部分自体の熱膨張に依拠する位置誤差が問題になり、前記コントローラ

は、それらの問題を完全に解消するかまたは軽減するために前記駆動装置を制御することとなる。なお、この実施態様は、下記の(5)項に係る装置も採用し得る。
(5) 前記可動部が、第1可動部および第2可動部を含み、その第2可動部が、前記電子部品を吸着して保持する保持具を含み、前記運動付与部材が、前記第1可動部および第2可動部に対応する第1運動付与部材および第2運動付与部材であって互いに交差する方向に延びるものを含み、前記第1運動付与部材がその一端において前記装置本体に直接に取り付けられるのに対し、前記第2運動付与部材がその一端において前記第1可動部に取り付けられて前記装置本体に間接に取り付けられており、前記被撮像対象が、前記第1可動部に固定されたものである(1)ないし(3)項のいずれかに記載の電子部品装着装置[請求項5]。この装置においては、前記(4)項に係る装置におけると同様に、第1可動部が第1運動付与部材に沿った方向に移動させられるのに対し、第2可動部が第1運動付与部材に沿った第1方向と第2運動付与部材に沿った第2方向であって第1方向と交差するものと沿ってそれぞれ移動させられる。しかし、前記(4)項に係る装置におけるとは異なり、第2可動部には保持具が設けられるが、被撮像対象は設けられず、その被撮像対象は第1可動部に設けられる。よって、この装置においては、被撮像対象は、第1運動付与部材に沿った方向にのみ移動させられる。したがって、この装置においては、第1可動部に設けられた被撮像対象を用いることにより、第1運動付与部材自体の、それに沿った第1方向における熱膨張を把握することは可能であるが、第2運動付与部材自体の、それに沿った第2方向における熱膨張を把握することは不可能である。一方、保持具を移動させるために、互いに交差する2つの運動付与部材を用いる場合に、それら2つの運動付与部材自体における熱膨張を把握することが必ずしも、互いに同じ程度に重要であるわけでない。それら2つの運動付与部材のうち装置本体に直接に取り付けられる第1運動付与部材が一般に他方である第2運動付与部材より長いために熱膨張の影響が現れ易い等の理由により、第1運動付与部材自体における熱膨張を把握することの方が第2運動付与部材自体における熱膨張を把握することより重要であり、第2運動付与部材自体における熱膨張を

把握することを省略しても支障を来さない場合もあるのである。さらに、そのような場合であるにもかかわらず、被撮像対象を第2可動部に設ける場合には、被撮像対象の付設に伴う第2可動部全体としての重量増加をもたらす、その重量増加は、保持具の運動の応答性を、その保持具を第2方向に移動させる場合のみならず、第1方向に移動させる場合にも、低下させてしまう傾向がある。被撮像対象は常時、保持具と一緒に移動させられるからである。これに対して、被撮像対象を第1可動部に設ける場合には、被撮像対象の付設に伴う第1可動部全体としての重量増加をもたらすが、その重量増加は、保持具の運動の応答性を、その保持具を第1方向に移動させる場合に低下させてしまう傾向があるが、第2方向に移動させる場合に低下させてしまう傾向はない。第2方向には保持具のみが単独で移動させられるからである。したがって、本項に係る装置によれば、第1可動部に設けられた被撮像対象を用いることにより、2つの運動付与部材のうち第1運動付与部材自体における熱膨張を把握することの方が第2運動付与部材自体における熱膨張を把握することより重要である場合に、保持具の運動応答性を低下してしまうことを容易に抑制し得る。

(6) 前記可動部が、第1可動部および第2可動部を含み、その第2可動部が、前記電子部品を吸着して保持する保持具を含み、前記運動付与部材が、前記第1可動部および第2可動部に対応する第1運動付与部材および第2運動付与部材であって互いに交差する方向に延びるものを含み、前記第1運動付与部材がその一端において前記装置本体に直接に取り付けられるのに対し、前記第2運動付与部材がその一端において前記第1可動部に取り付けられて前記装置本体に間接に取り付けられており、前記被撮像対象が2つ、前記第1可動部と第2可動部とにそれぞれ固定されたものである(1)ないし

(3)項のいずれかに記載の電子部品装着装置。この装置においては、第2運動付与部材に影響する熱膨張は、その第2運動付与部材自体の熱膨張に依拠する第1成分(例えば、第2運動付与部材の長さに依存する成分)と、第2運動付与部材の基端が取り付けられた第1運動付与部材の基端が取り付けられた装置本体自体の熱膨張に依拠する第2成分(例えば、第2運動付与部材の長さに依存しない成分)とを含んでいる。これに対して、この装置においては、2つの運動付与部材に関して個々に被撮像対象が設けられる。そのような被撮像対象を用いることにより、第2運動付与部材に影響する熱膨張を上述の成分ごとに検出することを検討するに、第2運動付与部材に関して設けられた被撮像対象を用いれば、上述の第1成分を検出することが可能であり、一方、第1運動付与部材に関して設けられた被撮像対象を用いれば、上述の第2成分を検出することが可能である。このように、この装置によれば、2つの運動付与部材に関して個々に被撮像対象が設けられることにより、第2運動付与

部材に影響する熱膨張における2つの成分を互いに分離し得る状態で検出することが可能となるのである。それら2つの成分は、上述のように、第2運動付与部材の長さに対する依存性に関して互いに異なり、このような性質の差は、熱膨張の影響が現れないように第2可動部をコントローラが精度よく制御するために考慮することが重要なものである。ただし、2つの運動付与部材に関して個別に被撮像対象を設けることは、第2運動付与部材に影響する熱膨張を上述の成分ごとに検出するために不可欠なことではない。第2可動部のみに被撮像対象を設ける一方で、第2可動部が第2運動付与部材の基端に十分に近い位置（装置本体自体の熱膨張に依拠する成分が支配的に第2可動部に現れる位置）に位置するとき、その被撮像対象を撮像する第1撮像装置と、第2可動部が第2運動付与部材の基端から十分に離れた位置（第2運動付与部材自体の熱膨張に依拠する成分が支配的に第2可動部に現れる位置）に位置するとき、その被撮像対象を撮像する第2撮像装置とを設けることによって、第2運動付与部材に影響する熱膨張を成分ごとに検出することが可能である。この態様においては、第1撮像装置による撮像結果に基づいて第2成分、第2撮像装置による撮像結果に基づいて第1成分をそれぞれ取得することが可能である。

(7) 前記被撮像対象が、前記装置本体に、当該電子部品装着装置の熱膨張の影響も、他の要因による影響も実質的に受けない位置において、固定される一方、前記撮像装置が、前記可動部に、当該電子部品装着装置の熱膨張の影響は受けるが、他の要因による影響は実質的に受けない位置において、固定される(1)項に記載の電子部品装着装置〔請求項6〕。この電子部品装着装置によれば、前記(1)項における撮像装置と被撮像対象との配置の別の例を実現し得る。本項において「他の要因による影響」は、特に被撮像対象に関しては、例えば、基板の位置決め誤差の影響である。

(8) 前記可動部が、前記装着対象材上の基準マークを前記撮像装置により撮像するために装着対象材に対して移動させられる移動具を含み、前記撮像装置が、その移動具に固定されるとともに、前記被撮像対象のみならず、前記基準マークをも撮像するものを含み、前記被撮像対象が、前記装置本体に固定されたものである(1)または(7)項に記載の電子部品装着装置〔請求項7〕。この電子部品装着装置によれば、同じ撮像装置により被撮像対象のみならず基準マークも撮像されるため、別々の撮像装置によりそれら2種類の撮像をそれぞれ行う場合におけるより、撮像装置の数が少なくて済む。

(9) 前記可動部が、複数設けられるとともに、それら複数の可動部の少なくとも1つが、前記電子部品を吸着して保持する保持具を含み、残りの少なくとも1つの可動部が、前記装着対象材上の基準マークを前記撮像装

置により撮像するために装着対象材に対して移動させられる移動具を含み、前記被撮像対象が、複数設けられるとともに、それら複数の被撮像対象のうち前記少なくとも1つの可動部に対応するものが、その少なくとも1つの可動部に固定された少なくとも1つの第1被撮像対象であり、残りの少なくとも1つの被撮像対象であって前記残りの少なくとも1つの可動部に対応するものが、前記装置本体に固定された少なくとも1つの第2被撮像対象であり、前記撮像装置が、複数設けられるとともに、それら複数の撮像装置のうち前記少なくとも1つの可動部に対応するものが、各々が、前記装置本体に固定されるとともに、前記第1被撮像対象のみならず、前記保持具に吸着された電子部品をも撮像する少なくとも1つの第1撮像装置であり、残りの少なくとも1つの撮像装置であって前記残りの少なくとも1つの可動部に対応するものが、各々が、その残りの少なくとも1つの可動部に固定されるとともに、前記第2被撮像対象のみならず、前記基準マークをも撮像する少なくとも1つの第2撮像装置であり、前記コントローラが、前記少なくとも1つの第1撮像装置による撮像結果と、前記少なくとも1つの第2撮像装置による撮像結果とに基づき、前記熱膨張依拠誤差が前記各可動部の前記運動方向における実際の各位置に反映されることが抑制されるように決定するのである(1)項に記載の電子部品装着装置。

(10) 前記可動部と前記駆動装置と前記運動付与部材とが、それらを一組として複数組、設けられており、前記被撮像対象と前記撮像装置とが、それら複数組の各々に関して設けられたものである(1)ないし(9)項のいずれかに記載の電子部品装着装置〔請求項8〕。この電子部品装着装置によれば、各可動部ごとに、当該電子部品装着装置の熱膨張に起因する位置誤差を測定可能となり、よって、各可動部ごとに（例えば、各運動付与部材ごとに、または、装置本体のうち各運動付与部材が装着された各部位ごとに）、熱膨張という問題に個別に解決し得る。

(11) 前記被撮像対象と前記撮像装置とのうち前記装置本体に固定されるものが、複数、前記運動付与部材に平行な方向に並んで前記装置本体に配置されたものである(1)ないし(10)項のいずれかに記載の電子部品装着装置〔請求項9〕。前記(1)ないし(10)項のいずれかに記載の電子部品装着装置は、被撮像対象と撮像装置とのうち装置本体に固定されるものが、1つのみ、その装置本体に配置される態様で実施可能である。この態様においては、コントローラは、例えば、運動付与部材上の基準点（例えば、運動付与部材が片持ち状のボールねじである場合には、そのボールねじの基端位置）における熱膨張量が0であると仮定することができる。この仮定のもと、コントローラは、撮像装置による被撮像対象の撮像結果であって運動付与部材上の基準点からその軸方向において離れた位置における撮像結果

に基づく可動部の位置誤差に基づき、運動付与部材の軸方向各位置における熱膨張量を、その運動付与部材上の基準点からの距離に対して比例的に増加するとの仮定のもとに、推定することができる。しかしながら、運動付与部材上の基準点における熱膨張量が実際に0であるとは限らない。また、運動付与部材の軸方向各位置における熱膨張量を、その運動付与部材上の基準点からの距離に対して比例的に増加するとの仮定が実情に合致しない場合もある。これに対して、本項に係る電子部品装着装置においては、被撮像対象と撮像装置とのうち装置本体に固定されるものが、複数、運動付与部材に平行な方向に並んで装置本体に配置されている。したがって、この電子部品装着装置によれば、運動付与部材の軸方向における複数位置における熱膨張量に基づく可動部の位置誤差を取得可能となり、よって、被撮像対象と撮像装置とのうち装置本体に固定されるものが1つのみの場合に比較して、運動付与部材の熱膨張量を精度よく測定（推定）することが容易となる。

(12) 前記被撮像対象が、中央部とその周辺部とをそれぞれ、領域わけが可能な2つの画像として前記撮像装置により撮像されるものとして有するとともに、互いに平行にずらされた2つの平面のうち前記撮像装置に近い平面上には前記中央部、遠い平面上には前記周辺部がそれぞれ配置されたものである(1)ないし(11)項のいずれかに記載の電子部品装着装置〔請求項10〕。この電子部品装着装置によれば、中央部と周辺部とが同一平面上に配置される場合におけるより、それら中央部の画像と周辺部の画像とのコントラストがメカ的に（被撮像対象の物理的な配置により）強調される。したがって、この電子部品装着装置によれば、それら中央部の画像と周辺部の画像とに対してコントローラ上で確実に領域分けを行うことが容易になり、その結果、撮像装置による被撮像対象の撮像精度（撮像画像に基づく可動部の位置誤差の検出精度に対応する）を容易に向上させ得る。

(13) 前記中央部の表面が、前記周辺部の表面より暗いものである(12)項に記載の電子部品装着装置。

(14) 前記中央部の表面が、前記周辺部より光の反射率が低いか、またはその周辺部が発光するのに対して発光しないように構成されたものである(13)項に記載の電子部品装着装置。

(15) 前記被撮像対象が、本体と、その本体の表面から突出した突出部とを含み、かつ、前記中央部は、その突出部の先端に形成される一方、前記周辺部は、前記本体の表面のうち前記突出部の基端を囲む領域に形成されたものである(12)ないし(14)項のいずれかに記載の電子部品装着装置〔請求項11〕。

(16) 前記突出部が、その先端が円形であるものである(15)項に記載の電子部品装着装置〔請求項12〕。この電子部品装着装置においては、突出部の先端

が円形とされ、そのような先端に被撮像対象の中央部が円形をなすように形成される。したがって、この電子部品装着装置によれば、中央部がその形状に関して方向性を有せず、よって、その中央部が回転したとしても、その影響が撮像装置による撮像結果に反映されずに済む。その結果、コントローラは、中央部の回転を考慮せずに指令信号を決定しても、それに起因した精度低下が発生せずに済む。

(17) 前記突出部が、その先端の前記撮像装置への投影像の外周の全体が、その突出部のうち前記周辺部の表面から前記突出部の先端に向かって突出している先端側突出部分の基端である突出部分基端の、前記撮像装置への投影像の外周の外側に位置するものである(15)または(16)項に記載の電子部品装着装置〔請求項13〕。前記(15)または(16)項に記載の電子部品装着装置は、突出部が、同一断面で真直ぐに延びる円筒状を成し、それにより、その突出部の先端の撮像装置への投影像である第1投影像と、その突出部のうち前記周辺部の表面から突出部の先端に向かって突出している先端側突出部分の基端である突出部分基端の、撮像装置への投影像である第2投影像とが同じである態様で実施することが可能である。しかし、この態様では、突出部の製造ばらつき等の要因により、第1投影像の外周の一部または全部が、第2投影像の外周の内側に位置してしまった場合には、撮像装置による撮像結果において中央部と周辺部との境界が曖昧となり、その撮像結果に基づく指令信号の決定精度が低下してしまう可能性がある。これに対して、本項に係る電子部品装着装置においては、突出部が、第1投影像の外周の全体が第2投影像の外周の外側に位置するものとされている。したがって、この電子部品装着装置によれば、突出部の製造ばらつき等の要因により、撮像装置による撮像結果において中央部と周辺部との境界が予定外に曖昧となってしまうことを容易に回避可能となる。本項において「先端側突出部分」は、前記周辺部を構成するために前記領域に装着される要素（例えば、後述するシール）の厚さが実質的に0である場合には、突出部と実質的に一致するが、その厚さが実質的に0ではない場合には、突出部のうち、その基端近傍であって前記要素により覆われる部分を除いたものと一致することになる。

(18) 前記周辺部が、前記領域に装着されたシールにより構成されるものであり、前記突出部のうち前記先端側突出部分を除いた部分であって前記突出部分基端から突出している部分である基端側突出部分が、前記先端側突出部分より小径のものであり、それにより、それら先端側突出部分と基端側突出部分との間に段付き面が形成され、前記シールが、前記基端側突出部分が通過する貫通穴を有するものであり、前記突出部が、前記段付き面で前記シールのうち前記貫通穴の周縁を覆うものである(17)項に記載の電子部品装着装置〔請求項1

4]。この電子部品装着装置によれば、周辺部が、前記領域に装着されたシールにより構成され、かつ、そのシールが、突出部のうち先端側突出部分を除いた部分であって突出部分基端から突出している部分である基端側突出部分が通過する貫通穴を有するとともに、突出部が、その基端側突出部分においてシールの貫通穴を通過して被撮像対象の本体に設けられる場合において、その貫通穴の製造ばらつき等の事態にもかかわらず、貫通穴の周縁が撮像装置によって予定外に撮像されてしまうことを容易に回避し得る。その結果、撮像装置による撮像結果において中央部と周辺部との境界が曖昧となってしまうことを容易に回避し得る。

(19) 前記コントローラが、前記撮像装置による前記被撮像対象の撮像を、前記熱膨張依拠誤差の時間的変化が大きい可能性がある期間においてそうでない期間におけるより頻繁に行う撮像頻度制御手段を含む(1)ないし(18)項のいずれかに記載の電子部品装着装置。この電子部品装着装置によれば、熱膨張測定のための撮像が無駄に頻繁に行われることを回避し得、その結果、電子部品の装着に関する生産性を犠牲にすることなく、熱膨張による装着精度の低下を抑制することが容易となる。

(20) 前記運動付与部材が、前記装置本体に片持ち状に支持されたものであり、前記コントローラが、前記指令信号を、前記運動付与部材の各位置における熱膨張量がその運動付与部材上の基準点からの距離に比例して増加するという仮定のもとに、前記熱膨張依拠誤差が前記可動部の前記運動方向における実際の各位置に反映されることが抑制されるように決定する比例型指令信号決定手段を含む(1)ないし(19)項のいずれかに記載の電子部品装着装置[請求項15]。この電子部品装着装置によれば、運動付与部材が装置本体に片持ち状に支持された場合において、その運動付与部材の各位置における熱膨張量がその運動付与部材上の基準点からの距離に比例して増加する傾向があるという事実に着目することにより、熱膨張依拠誤差が可動部の運動方向における実際の各位置に反映されることが抑制されるように、駆動装置に供給されるべき指令信号が決定される。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、本発明のさらに具体的な実施の形態のいくつかを図面に基づいて詳細に説明する。

【0020】図1には、本発明の第1実施形態である電子部品装着装置10(以下、単に「装着装置」という)が正面図で示されている。この装着装置10は、フレーム12を有している。このフレーム12は、天板14と後板16と左右の側板18、19とを有し、それらにより囲まれることにより、中空部20が形成されている。

【0021】このフレーム12に、電子部品を基板上に装着するための複数の装着用ロボット22と、基板上に固定された基準マーク(フィデューシャルマーク)を撮

像するための撮像用ロボット24とが、そのフレーム12の中空部20に位置するように装着されている。このフレーム12には、一水平方向であって、同図の紙面において左右に延びる方向にX軸方向が想定されている。それら複数の装着用ロボット22と撮像用ロボット24とは、そのX軸方向に互いに隙間を隔てて並んで配置されている。

【0022】さらに、このフレーム12には、図2に破断側面図で示すように、電子部品が装着されるべき基板26を搬送するためのコンベヤ28も装着されている。このコンベヤ28により基板26が、複数の装着用ロボット22および撮像用ロボット24の下方面において設定された搬送経路に沿って水平に搬送される。搬送経路は、フレーム12に、X軸方向に延びるように設定されている。基板26は、そのコンベヤ28により、それら複数の装着用ロボット22および撮像用ロボット24に正対する予定装着位置に位置決めされ、その予定装着位置において基板26に電子部品が装着される。図3には、基板26が、コンベヤ28により支持されるとともに、複数の電子部品30が装着された状態で示されている。

【0023】フレーム12には、X軸方向に加えて、一水平方向であって、図2の紙面において左右に延びる方向(すなわち、X軸方向に直角な方向)にY軸方向が想定されている。

【0024】各装着用ロボット22は、図1に示すように、基板26に装着されるべき電子部品30を保持する装着ヘッド32を有し、かつ、その装着ヘッド32を、X軸方向とY軸方向とにより規定される水平面上において任意の位置に移動させる。そのため、装着用ロボット22は、装着ヘッド32をX軸方向に移動させるX軸移動装置34と、Y軸方向に移動させるY軸移動装置36とを備えている。

【0025】それら2つの移動装置34、36は、共に、ボールねじ機構により、各移動装置34、36のうちの可動部を移動させる。具体的には、各移動装置34、36は、よく知られているように、図3に示すボールねじ38、40と、それに螺合された2つのナット(図示しない)と、ボールねじ38、40とナットとを支持する支持機構42、44(支持機構42については、図1参照)と、ボールねじ38、40とナットとのうち回転可能に支持されたものを回転させる回転装置としてのサーボモータ46、48(図11参照)とを含むように構成されている。各支持機構42、44は、ボールねじ38、40を支持部(フレーム12またはガイドレール)に対して回転不能かつ移動不能に支持する一方、ナットを可動部に対して回転可能かつ移動不能に支持する形式を採用したり、ボールねじ38、40を支持部(フレーム12またはガイドレール)に対して回転可能かつ移動不能に支持する一方、ナットを可動部に対し

て回転不能かつ移動不能に支持する形式を採用することが可能である。

【0026】そして、2種類の支持機構42、44は、いずれの形式を採用する場合でも、図1に示すように、X軸方向における可動部であるX軸可動部（本実施形態においては、装着ヘッド32）をX軸方向に案内するX軸ガイドレール49と、図2に示すように、Y軸方向における可動部であるY軸可動部（本実施形態においては、X軸ガイドレール49）をY軸方向に案内するY軸ガイドレールとを含むように構成される。

【0027】ボールねじ機構においては、一般に、ボールねじが、その一端部において固定的に支持される片持ち式と、その両端部において固定的に支持される両持ち式とのいずれかを採用し得るが、本実施形態においては、図3に、Y軸方向に関して代表的に示すように、片持ち式が採用されている。具体的には、Y軸方向に関しては、Y軸方向に延びるボールねじ（以下、「Y軸ボールねじ」という）40の一端部が、フレーム12の後板16のうち天板14に近い部位（図2参照）において固定的に支持されている。これに対して、X軸方向に

延びるボールねじ（以下、「X軸ボールねじ」という）38の一端部が、X軸ガイドレール49の一端部において固定的に支持されている。

【0028】各装着用ロボット22は、前述のように、装着ヘッド32を備えている。その装着ヘッド32は、図3に示すように、基板26に装着すべき電子部品30であって図示しない電子部品供給装置から供給されるものを1個ずつ吸着して保持する保持具50を備えている。その保持具50は、下方に向かって鉛直に延びてい

る。

【0029】その保持具50に保持された電子部品30は、保持具50に対するX軸とY軸とにおける各位置が必ずしも正規とはならない。そのため、電子部品30の実際の保持位置を検出してその結果を装着ヘッド32の移動量に反映させることが必要である。そこで、本実施形態においては、保持具50に保持された電子部品30を、予め定められた位置において撮像する第1撮像装置52が、フレーム12のうちその温度上昇に対する熱膨張が他の部位より少ない部位に固定されている。第1

撮像装置52は例えば、CCDカメラを含むように構成される。以下、電子部品30の位置であって第1撮像装置52によって撮像が行われるべき位置を、部品撮像位置という。図3には、その部品撮像位置にある装着ヘッド32と第1撮像装置52との相対位置関係が示されている。

【0030】各装着用ロボット22における装着ヘッド32は、その位置に関して、装着装置10の熱膨張の影響を受けることを避け得ない。そこで、本実施形態においては、その装着装置10の熱膨張量を検出するため

の熱膨張検出マーク54が、装着ヘッド32に装着されている。この熱膨張検出マーク54は、装着ヘッド32と常時一緒に移動させられる。さらに、この熱膨張検出マーク54は、第1撮像装置52により、予め定められた熱膨張検出マーク撮像位置において撮像される。

【0031】熱膨張検出マーク54は、X軸方向に関しては、フレーム12の、Y軸ボールねじ40の基端部の支持位置における熱膨張量、Y軸方向に関しては、Y軸ボールねじ40の、熱膨張検出マーク撮像位置における熱膨張量をそれぞれ検出するために、使用される。図4には、熱膨張検出マーク撮像位置にある装着ヘッド32（これに熱膨張検出マーク54が装着されている）と第1撮像装置52との相対位置関係が示されている。同図に示すように、熱膨張検出マーク54は、熱膨張検出マーク撮像位置において第1撮像装置52に正対させられる。その熱膨張検出マーク撮像位置は、Y軸ボールねじ40の基端部からY軸方向に離れた位置であって、その基端部と共同することにより、前記部品撮像位置と電子部品30の基板26への目標装着位置とを挟む位置に設定されている。

【0032】図5には、装着ヘッド32のうち、上記熱膨張検出マーク54が装着されるための構造が側面断面図で示されている。装着ヘッド32は、水平な下面を有する本体56を有し、かつ、その本体56の下面から下方に、テーパ面を有する棒状の突出部材58が突出させられている。それら本体56と突出部材58とは互いに別部材で構成されている。突出部材58は、その両端面のうち小径のものにおいて、本体56に取り付けられている。これに対して、突出部材58の両端面のうち大径のものに上記熱膨張検出マーク54が装着されている。熱膨張検出マーク54は、光を吸収し易く、反射し難い材料で構成されている。

【0033】本体56の下面には、面発光シール60が装着されている。面発光シール60は、熱膨張検出マーク54のバックグラウンド光を発することにより、熱膨張検出マーク54の外周が第1撮像装置52により鮮明に撮像されることを助長する機能を果たす。図6には、第1撮像装置52による熱膨張検出マーク54の撮像画像が、撮像視野が円形である場合を例にとり、示されている。

【0034】熱膨張検出マーク54の撮像画像の鮮明化は、さらに、熱膨張検出マーク54を、第1撮像装置52の焦点位置に一致する位置（電子部品30の撮像位置とほぼ同じ）に位置させる一方、面発光シール60を、その背後に位置させる配置の採用によっても、助長される。第1撮像装置52による撮像画像のうち、熱膨張検出マーク54に対応する画像と、その周辺部の画像とのコントラストがメカ的に（被撮像対象の物理的な配置により）強調され、これにより、熱膨張検出マーク54の画像の外周が鮮明化されるのである。

【0035】熱膨張検出マーク54の撮像画像の鮮明化は、突出部材58の形状をテーパ面を有する形状に設計することによっても、助長される。

【0036】例えば、図7に示すように、突出部材62の形状を同一断面で真直ぐ延びる形状に設計した場合には、突出部材62の製造ばらつき、本体61への取付けばらつき等により、突出部材62の基端面の外周、すなわち、突出部材62の両端面のうち、本来であれば第1撮像装置52によって撮像されるべきでない端面の外周が第1撮像装置52によって撮像される可能性がある。このような予定外の場合には、熱膨張検出マーク64の撮像画像の外周が不鮮明となり、熱膨張量の検出精度が低下してしまう。

【0037】これに対して、本実施形態においては、図5に示すように、突出部材58のうち面発光シール60で覆われている部分を除いた部分である本体部65（先端側突出部分の一例である）の両端のうち第1撮像装置52に近い端である先端の、その第1撮像装置52への投影像の外周が、遠い端である基端（突出部分基端の一例である）の第1撮像装置52への投影像の外周の外側に位置するように、突出部材58がテーパ部材とされている。

【0038】したがって、熱膨張検出マーク54の撮像画像の鮮明化は、突出部材58の形状をテーパ面を有する形状に設計することによっても、助長されるのである。

【0039】さらに、本実施形態においては、面発光シール60が、突出部材58のうち本体部65を除いた部分である基端部63（基端側突出部分の一例である）であってその本体部65より小径のものが通過する貫通穴66を有している。そして、その突出部材58は、その基端部63と本体部65との間の段付き面67で面発光シール60のうち貫通穴66の周縁を覆う状態で本体56に取り付けられている。

【0040】したがって、本実施形態においては、その貫通穴66の製造ばらつき等にもかかわらず、貫通穴66の周縁が第1撮像装置52によって予定外に撮像されてしまうことを容易に回避し得る。

【0041】例えば、図7に示すように、突出部材62が同一断面で真直ぐに延びる形状を有する場合に、面発光シール68の貫通穴70が予定より大きく製造されてしまうと、その貫通穴70と突出部材62との間に隙間が予定外に形成されてしまい、この隙間は、熱膨張検出マーク64の撮像画像の外周を、例えば、図8に示すように、不鮮明化する要因となる。

【0042】これに対して、本実施形態によれば、第1撮像装置52に近い端において大径化されるように突出部材58がテーパ化されることと相俟って、貫通穴66の製造ばらつき等により熱膨張検出マーク54の撮像画像の外周が不鮮明にならずに済む。

【0043】さらに、本実施形態においては、突出部材58が、その先端の第1撮像装置52への投影像が円形であるものとされている。したがって、何らかの理由により、突出部材58が第1撮像装置52に対して相対的に回転したとしても、その影響が第1撮像装置52による撮像結果に反映されずに済む。

【0044】図9の(a)には、装着ヘッド32が熱膨張の影響を実質的に受けていない場合に第1撮像装置52が熱膨張検出マーク54を撮像した結果（同図において、ハッチングを付した丸印で表す）が、その撮像視野が円形である場合を例にとり、画像イメージで示されている。これに対して、同図の(b)には、装着ヘッド32がX軸方向にもY軸方向にも熱膨張の影響を受けた場合に第1撮像装置52が熱膨張検出マーク54を撮像した結果が、その撮像視野が円形である場合を例にとり、画像イメージで示されている。(b)において二点鎖線で示す円は、装着ヘッド32が熱膨張の影響を実質的に受けていない場合における熱膨張検出マーク54の撮像結果を示している。(b)においては、ハッチングを付した丸印の中心と、二点鎖線の丸印の中心との、X軸方向における距離（X軸方向ずれ距離）が、X軸方向における熱膨張量を表し、一方、それら中心のY軸方向における距離（Y軸方向ずれ距離）が、Y軸方向における熱膨張量を表している。

【0045】以上、各装着用ロボット22の構成を説明したが、以下、撮像用ロボット24の構成を説明する。

【0046】図1に示すように、撮像用ロボット24は、移動具72を備えており、その移動具72をX軸方向とY軸方向とによって規定される平面上の任意の位置に移動させる。この移動具72には、基板26上の基準マークを撮像するための第2撮像装置74が固定されている。第2撮像装置74も、第1撮像装置52と同様に、CCDカメラを含むように構成される。

【0047】図10に示すように、コンベヤ28に位置決めされた基板26は、フレーム12に対するX軸とY軸とにおける各位置が必ずしも正規とはならない。そのため、基板26の実際の位置を検出してその結果を装着ヘッド32の移動量に反映させることが必要である。そこで、本実施形態においては、コンベヤ28に保持された基板26上の基準マーク76を、予め定められた位置において撮像する第2撮像装置74が、撮像用ロボット24によって移動させられる。以下、第2撮像装置74の位置であって基準マーク76を撮像すべき位置（基板26の位置が正規であれば、基準マーク76を撮像視野の中心に撮像することになる位置）を、基準マーク撮像位置という。同図には、その基準マーク撮像位置にある第2撮像装置74と基板26上の基準マーク76（同図においては、説明の便宜上、基準マーク76が誇張して立体的に表されている）との相対位置関係が、二点鎖線で示されている。

【0048】移動具72は、前記装着ヘッド32と同様に、ボールねじ機構によって移動させられる。そのため、撮像用ロボット24は、X軸移動のためにX軸移動装置77を有している。そのX軸移動装置77は、ボールねじ機構として、X軸ボールねじ78とナット（図示しない）とそのナットと共に移動させられるX軸可動部（本実施形態においては、移動具72）とX軸ガイドレール81とを備えている。さらに、X軸移動装置77は、X軸ボールねじ78と上記ナットとのうちのいずれかを回転させるX軸サーボモータ82（図11参照）を備えている。撮像用ロボット24は、さらに、移動具72のY軸移動のためにY軸移動装置79を有している。そのY軸移動装置79は、X軸移動装置77と同様に、ボールねじ機構として、Y軸ボールねじ80とナット（図示しない）とそのナットと共に移動させられるY軸可動部（本実施形態においては、X軸ガイドレール81）とY軸ガイドレールとを備えている。さらに、Y軸移動装置79は、X軸移動装置77と同様に、Y軸ボールねじ80と上記ナットとのうちのいずれかを回転させるY軸サーボモータ84（図11参照）を備えている。各ボールねじ78、80は、前記装着用ロボット22におけるボールねじ38、40と同様に、片持ち状に支持されている。

【0049】この撮像用ロボット24における移動具72についても、その位置に関して装着装置10の熱膨張の影響を受けることを避け得ない。そこで、本実施形態においては、撮像用ロボット24に関しても、図10に示すように、前記熱膨張検出マーク54と基本的に同じ構成を有する熱膨張検出マーク92が使用される。この熱膨張検出マーク92は、熱膨張検出マーク54に準じて、X軸方向に関しては、フレーム12の、Y軸ボールねじ80の基端部の支持位置における熱膨張量、Y軸方向に関しては、Y軸ボールねじ80の、熱膨張検出マーク撮像位置における熱膨張量をそれぞれ検出するために使用される。

【0050】熱膨張検出マーク92は、図10に示すように、熱膨張検出マーク54とは異なり、本体94の上面から真直ぐ上方に突出した突出部材96の先端に装着されているが、それ以外の要素については熱膨張検出マーク54と共通である。すなわち、熱膨張検出マーク92の背後において面発光シール98が配置され、突出部材96がテーパ化させられている。面発光シール98において、突出部材96のうち本体部99を除いた部分である基端部（図示しない）であってその本体部99より小径のものが貫通させられる貫通穴（図示しない）の周縁が、その突出部材96の基端部と本体部99との間の段付き面（図示しない）で覆われるように、その突出部材96が本体94に取り付けられているのである。

【0051】熱膨張検出マーク92は、本体94を介して、フレーム12のうちその温度上昇に対する熱膨張

が他の部位より少ない部位に固定されている。この熱膨張検出マーク92は、第2撮像装置74により、予め定められた熱膨張検出マーク撮像位置において撮像される。移動具72については、その熱膨張検出マーク撮像位置として、第2撮像装置74が熱膨張検出マーク92に正対する位置が設定されている。その熱膨張検出マーク撮像位置は、Y軸ボールねじ80の基端部からY軸方向に離れた位置であって、その基端部と共同することにより、前記基準マーク撮像位置を挟む位置に設定されている。図10には、その熱膨張検出マーク撮像位置にある移動具72（第2撮像装置74）と熱膨張検出マーク92との相対位置関係が実線で示されている。

【0052】以上、本実施形態である装着装置10の機械的構成を説明したが、以下、その電気的構成を図11を参照しつつ説明する。

【0053】この装着装置10は、その作動を制御するコントローラ100を備えている。コントローラ100は、CPU102とROM104とRAM106とを含むコンピュータ108を主体として構成されている。コントローラ100は、それに内蔵された図示しない入力インタフェースを介して、各装着用ロボット22ごとに第1撮像装置52に接続されるとともに、撮像用ロボット24について第2撮像装置74に接続されている。コントローラ100は、さらに、それに内蔵された図示しない出力インタフェースと、外付けされた図示しない各駆動回路とを順に介して、各装着用ロボット22ごとにX軸方向におけるサーボモータ（以下、「X軸サーボモータ」という）46およびY軸方向におけるサーボモータ（以下、「Y軸サーボモータ」という）48に接続されるとともに、撮像用ロボット24についてX軸およびY軸サーボモータ82、84に接続されている。

【0054】ROM104には図12に示すように、各種プログラムが予め記憶させられている。図13には、RAM106の構成が概念的に表されている。

【0055】ROM104に予め記憶させられている各種プログラムは、以下のものを含んでいる。

【0056】（1）ロボット位置用熱膨張量検出プログラム

このプログラムは、第1撮像装置52が熱膨張検出マーク54を撮像した結果に基づき、各装着用ロボット22における装着ヘッド32（これに保持具50が装着されている）の位置に影響を及ぼす熱膨張量を検出するためのものである。このプログラムは、具体的には、各装着用ロボット22ごとに、第1撮像装置52が熱膨張検出マーク撮像位置において熱膨張検出マーク54を撮像した画像上においてX軸方向とY軸方向とに現れるずれ距離を、ロボット位置用熱膨張量 ΔX_{EP} 、 ΔY_{EP} としてそれぞれ検出する。それらロボット位置用熱膨張量 ΔX_{EP} 、 ΔY_{EP} に基づき、保持具50による電子部品30の保持位置（実際の保持位置）の誤差として現れ得る熱

膨張量と、電子部品30の基板26への装着位置の誤差として現れ得る熱膨張量とをそれぞれ推定することが可能である。

【0057】(2) 基板位置用熱膨張量検出プログラム
このプログラムは、第2撮像装置74が熱膨張検出マーク92を撮像した結果に基づき、撮像用ロボット24における移動具72の位置に影響を及ぼす熱膨張量を検出するためのものである。このプログラムは、具体的には、第2撮像装置74が熱膨張検出マーク撮像位置において熱膨張検出マーク92を撮像した画像上においてX軸方向とY軸方向とに現れるずれ距離を、基板位置用熱膨張量 ΔX_{EB} 、 ΔY_{EB} としてそれぞれ検出する。それら基板位置用熱膨張量 ΔX_{EB} 、 ΔY_{EB} に基づき、コンベヤ28による基板26の保持位置(実際の保持位置ではなく、第2撮像装置74による保持位置の検出値)の誤差として現れ得る熱膨張量を推定することが可能である。

【0058】(3) 熱膨張量検出タイミング制御プログラム

このプログラムは、熱膨張量検出を目的として上述の第1および第2撮像装置52、74による撮像が、熱膨張に依拠した誤差の時間的変化が大きい可能性がある第1期間においてそうでない第2期間におけるより頻繁に行われるように、熱膨張量検出タイミングを制御するためのものである。第1期間の一例は、装着装置10が長時間停止させられた後にその装着装置10の運転が開始された当初の期間であり、また、第2期間の一例は、装着装置10の運転が連続的に行われている期間である。

【0059】(4) 保持位置誤差検出プログラム

このプログラムは、第1撮像装置52が保持具50により保持された電子部品30を撮像した結果に基づき、保持具50による電子部品30の保持位置の検出値の誤差を検出するためのものである。この誤差には、保持具50に対して電子部品30が正規の位置に保持されなかったことに依拠する誤差成分(保持位置誤差依拠誤差)と、装着装置10の熱膨張が原因で、保持具50がその装着装置10に対して正規の位置に位置決めされなかったことに依拠する誤差成分(熱膨張依拠誤差)とを含んでいる。このプログラムは、具体的には、各第1撮像装置52が各保持具50により保持された電子部品30を撮像した結果に基づき、各装着用ロボット22の装着ヘッド32における電子部品30のX軸方向とY軸方向とについての保持位置誤差 ΔX_P 、 ΔY_P を、各装着用ロボット22ごとに個々に検出する。

【0060】(5) 基板位置誤差検出プログラム

このプログラムは、第2撮像装置74が基準マーク76を撮像した結果に基づき、コンベヤ28による基板26の保持位置の検出値の誤差を検出するためのものである。この誤差には、装着装置10に対して基板26が正規の位置に保持されなかったことに依拠する誤差成分(保持位置誤差依拠誤差)と、装着装置10の熱膨張が

原因で、第2撮像装置74が基板26の実際位置を正確に撮像し得なかったことに依拠する誤差成分(熱膨張依拠誤差)とを含んでいる。このプログラムは、具体的には、第2撮像装置74が基準マーク76を撮像した結果に基づき、撮像用ロボット24の移動具72のX軸方向とY軸方向とに関する基板位置誤差 ΔX_B 、 ΔY_B を検出する。

【0061】(6) 駆動信号決定プログラム

このプログラムは、電子部品30が基板26への目標装着位置に向かって正確に移動するように装着ヘッド32を移動させるためにX軸およびY軸サーボモータ46、48に供給することが適当である駆動信号を決定するためのものである。このプログラムは、具体的には、上述のいくつかのプログラムの実行によって取得された数値に基づき、電子部品30の基板26への実際の装着位置が、装着装置10の熱膨張の影響も、保持具50による電子部品30の保持位置誤差の影響も、コンベヤ28による基板26の保持位置誤差の影響も実質的に受けないようにするために各サーボモータ46、48に供給することが適当である駆動信号を決定する。

【0062】以下、それらプログラムの内容をフローチャートを参照しつつさらに具体的に説明するが、それに先立ち、熱膨張量の検出手法を説明する。

【0063】本実施形態においては、各ロボット22、24ごとに、かつ、X軸方向とY軸方向とについて個々に熱膨張量が検出される。

【0064】図1に示すように、装着装置10は、フレーム12がX軸方向に延びるとともに、複数のY軸ボールねじ40とY軸ボールねじ80とが、X軸方向に互いに並んだ状態で、フレーム12に支持された構造を有している。この装着装置10においては、それらY軸ボールねじ40、80に対して、対応するX軸ボールねじ38、78がX軸方向に延びる姿勢で装着されている。このような装着装置10においては、X軸方向における熱膨張であって各X軸可動部(装着用ロボット22にあっては、装着ヘッド32、撮像用ロボット24にあっては、移動具72)のX軸方向位置に影響を与えるもの(以下、「X軸全体熱膨張」という)は、フレーム12の、Y軸ボールねじ40、80の基端部の支持位置における熱膨張に依拠した成分(以下、「フレーム依拠成分」という)と、X軸ボールねじ38、78の熱膨張に依拠した成分(以下、「ボールねじ依拠成分」という)とを含んでいる。

【0065】本実施形態においては、X軸ボールねじ38、78の長さが、それぞれ対応するY軸ボールねじ40、80に比べて短いため、X軸全体熱膨張を検出するに際し、ボールねじ依拠成分が無視される。すなわち、X軸全体熱膨張は、フレーム依拠成分に等しいものとして検出されるのである。よって、X軸全体熱膨張量(フレーム依拠成分)の値は、フレーム12に直接に設けら

れたY軸ボールねじ40、80上のある位置、またはフレーム12にY軸ボールねじ40、80を介して間接に設けられたX軸ボールねじ38、78上のある位置における熱膨張量の検出値であってX軸方向位置に関するものにより代表させられ得る。

【0066】したがって、本実施形態においては、いずれのロボット22、24についても、X軸全体熱膨張量（装着用ロボット22については、ロボット位置用熱膨張量 ΔX_{EP} 、撮像用ロボット24については、基板位置用熱膨張量 ΔX_{EB} ）が、各X軸可動部に設けられた熱膨張検出マーク54、92を用いることにより検出される。

【0067】これに対して、Y軸方向における熱膨張であってX軸可動部（装着ヘッド32または移動具72）のY軸方向位置に影響を与えるもの（以下、「Y軸全体熱膨張」という）は、主に、Y軸ボールねじ40、80の熱膨張に依拠する成分（以下、「ねじ依拠成分」という）により構成されている。

【0068】そのねじ依拠成分は、本来、固定量としてY軸全体熱膨張に現れるのではなく、Y軸ボールねじ40、80の長さの影響を受ける。したがって、ねじ依拠成分を正確に検出するためには、Y軸ボールねじ40、80上の少なくとも1つの位置における熱膨張量の検出値であってY軸方向位置に関するもの（本実施形態においては、装着用ロボット22については、ロボット位置用熱膨張量 ΔY_{EP} 、撮像用ロボット24については、基板位置用熱膨張量 ΔY_{EB} が相当する）と、その位置の、Y軸ボールねじ40、80上の基準点（固定的支持端）からの距離とが判明しなければならない。

【0069】図14には、各ロボット22、24のY軸サーボモータ48、84に供給される駆動信号（例えば、駆動パルスの数により定義される）とX軸可動部のY軸方向における位置との関係が2つのグラフで示されている。それら2つのグラフは、Y軸ボールねじ40、80に熱膨張がない場合における関係と、ある場合における関係とをそれぞれ示している。それら2つのグラフから明らかなように、Y軸ボールねじ40、80に熱膨張がある場合とない場合とでは、同じ駆動信号のもとでありながら、X軸可動部の位置が互いに異なっている。熱膨張量の差がX軸可動部の位置の差として現れているのである。

【0070】Y軸ボールねじ40、80に熱膨張がある場合のグラフは、2つの仮定に基づいて描かれている。2つの仮定とは、Y軸ボールねじ40、80の基端部において熱膨張量は0であるという仮定と、Y軸ボールねじ40、80上における任意の位置における熱膨張量は、そのY軸ボールねじ40、80の基端部からの距離に対して比例的に増加するという仮定とである。

【0071】それら2つの仮定のもと、熱膨張検出マーク撮像位置における熱膨張量の検出値に基づき、各装着

用ロボット22においてY軸サーボモータ48に供給すべき駆動信号が決定される手法を図15を参照しつつ説明する。ただし、説明を簡単にするために、コンベヤ28による基板26の位置決め誤差は0であり、保持具50による電子部品30の保持位置誤差も0であると仮定する。図15には、図14における同じ2つのグラフが描かれている。

【0072】熱膨張検出マーク撮像位置における熱膨張量が検出されれば、上述の2つの仮定のもと、駆動信号と装着ヘッド32（保持具50）の位置との関係を表すグラフを想定し得る。このグラフは、図15においては、熱膨張がある場合のグラフとして示されている。このグラフと、装着ヘッド32の位置が目標装着位置に一致することを示す水平の直線との交点は、装着ヘッド32が目標装着位置に到達したときにY軸サーボモータ48に供給される駆動信号を表している。

【0073】したがって、熱膨張検出マーク撮像位置における熱膨張量が検出されれば、上述の2つの仮定のもと、装着ヘッド32を、Y軸ボールねじ40上における任意の位置から目標装着位置まで移動させるためにY軸サーボモータ48に供給するのが適当な駆動信号を決定することができるのである。例えば、装着ヘッド32を熱膨張検出マーク撮像位置から目標装着位置まで移動させる場合、Y軸ボールねじ40に熱膨張がない場合には、正規の駆動信号をY軸サーボモータ48に供給すればよいのに対し、Y軸ボールねじ40に熱膨張がある場合には、正規の駆動信号とは異なる実際の駆動信号をY軸サーボモータ48に供給しなければならない。

【0074】次に、前述の6つのプログラムの内容を図16ないし図21のフローチャートをそれぞれ参照しつつ具体的に説明する。

【0075】図16には、ロボット位置用熱膨張量検出プログラムの内容が概念的にフローチャートで表されている。このプログラムは、装着装置10の運転開始と、後に詳述する熱膨張量検出タイミング制御プログラムの実行による起動指令の発令とに伴い、コンピュータ108により実行が開始される。このプログラムは、各装着用ロボット22について個々に実行されるが、説明の便宜上、1つの装着用ロボット22について実行される場合のみを代表的に説明する。

【0076】このプログラムにおいては、まず、ステップS1（以下、単に「S1」で表す。他のステップについても同じとする）において、装着ヘッド32を熱膨張検出マーク54と共に、その現在位置から熱膨張検出マーク撮像位置（熱膨張検出マーク54が第1撮像装置52に正対する位置）まで移動させるために予め設定された駆動信号がX軸およびY軸サーボモータ46、48にそれぞれ供給される。その駆動信号は、装着装置10の熱膨張量が0である場合に、熱膨張検出マーク54が正確に第1撮像装置52の撮像視野の中心に到達するよ

うに設定されている。

【0077】次に、S2において、第1撮像装置52により熱膨張検出マーク54が撮像される。続いて、S3において、その熱膨張検出マーク54の撮像結果に基づき、X軸方向ずれ距離が、X軸方向におけるロボット位置用熱膨張量 ΔX_{EP} 、Y軸方向ずれ距離が、Y軸方向におけるロボット位置用熱膨張量 ΔY_{EP} としてそれぞれ計算される。

【0078】その後、S4において、それら計算されたロボット位置用熱膨張量 ΔX_{EP} 、 ΔY_{EP} がRAM106にストアされる。以上で、このロボット位置用熱膨張量検出プログラムの今回の実行が終了する。

【0079】図17には、基板位置用熱膨張量検出プログラムの内容が概念的にフローチャートで表されている。このプログラムも、上記ロボット位置用熱膨張量検出プログラムと同様に、装着装置10の運転開始と、熱膨張量検出タイミング制御プログラムの実行による起動指令の発令とに伴い、実行が開始される。このプログラムは、上記ロボット位置用熱膨張量検出プログラムとは異なり、撮像用ロボット24について実行される。

【0080】このプログラムにおいては、まず、S21において、移動具72を第2撮像装置74と共に、その現在位置から熱膨張検出マーク92に正対する位置（第2撮像装置74が熱膨張検出マーク92に正対する位置）まで移動させるために予め設定された駆動信号がX軸およびY軸サーボモータ82、84にそれぞれ供給される。その駆動信号は、装着装置10の熱膨張量が0である場合に、第2撮像装置74の撮像視野の中心に正確に熱膨張検出マーク92が到達するように設定されている。

【0081】次に、S22において、第2撮像装置74により熱膨張検出マーク92が撮像される。続いて、S23において、その撮像結果に基づき、X軸方向ずれ距離が、X軸方向における基板位置用熱膨張量 ΔX_{EB} 、Y軸方向ずれ距離が、Y軸方向における基板位置用熱膨張量 ΔY_{EB} としてそれぞれ計算される。

【0082】その後、S24において、それら計算された基板位置用熱膨張量 ΔX_{EB} 、 ΔY_{EB} がRAM106にストアされる。以上で、この基板位置用熱膨張量検出プログラムの今回の実行が終了する。

【0083】図18には、熱膨張量検出タイミング制御プログラムの内容が概念的にフローチャートで表されている。このプログラムは、上述の2つのプログラムとは異なり、各基板26の生産が開始されるごとに、すなわち、これから電子部品30が装着されるべき基板26が搬送経路上の予定装着位置に位置決めされて電子部品30の装着が開始されるごとに、その開始に先立って実行が開始される。

【0084】このプログラムにおいては、まず、S41において、各ロボット22、24に影響を与える各熱膨張量の時間的変化量が、予め設定された許容値を超えて

いるか否かが判定される。具体的には、まず、各ロボット22、24ごとに、各熱膨張量 ΔX_{EP} 、 ΔY_{EP} 、 ΔX_{EB} 、 ΔY_{EB} についての現在の検出値（以下、「現検出値」という）と、その現検出値より前に検出された値（以下、「前検出値」という）とがRAM106から読み出される。次に、読み出された各熱膨張量 ΔX_{EP} 、 ΔY_{EP} 、 ΔX_{EB} 、 ΔY_{EB} の現検出値および前検出値のうち、それら現検出値と前検出値との差の絶対値が許容値を超えているものがあるか否かが判定される。

【0085】今回は、各装着用ロボット22による基板26の連続生産中で、上記熱膨張量の時間的変化量がいずれも許容値を超えていないと仮定すれば、S41の判定がNOとなり、S42に移行する。

【0086】このS42においては、今回の基板26の生産に関与しない装着用ロボット22があるか否かが判定される。装着装置10の連続運転の開始当初において、複数の装着用ロボット22の一部のみが、生産すべき各基板26の種類等に応じて選択されて運転されることにより、各基板26の生産が行われる場合がある。この場合、連続運転の開始当初においては、各装着用ロボット22に影響を与える熱膨張量がそれぞれ、各基板26の生産（搬送）ごとに互いに異なる特性をもって時間と共に増加する可能性が高い。したがって、このS42においては、このような事情を考慮することにより、熱膨張量の時間的増加が複数の装着用ロボット22の間において一様に生じない可能性が高いか否かが判定されるのである。

【0087】今回は、各装着用ロボット22による基板26の連続生産中で、今回の基板26の生産に関与しない装着用ロボット22は存在せず、すべての装着用ロボット22により今回の基板26の生産が行われると仮定すれば、S42の判定がNOとなり、S43に移行する。

【0088】このS43においては、現時点における各装着用ロボット22の停止時間が、予め定められた設定時間以上であるか否かが判定される。装着装置10においては、その運転自体は停止していないものの、前工程待ちや次工程待ち等の理由により基板26の搬送が行えず、その結果、各装着用ロボット22が停止させられ、次回の基板26の生産のために待機させられる場合がある。一般に、装着用ロボット22の停止時間が長くなれば、装着装置10の熱膨張量が、たとえ飽和状態にあっても、停止前より減少する。そこで、このS43においては、それらの知見に基づき、装着用ロボット22が長時間停止した結果熱膨張量が大きく減少する可能性が高いか否かが判定されるのである。

【0089】今回は、すべての装着用ロボット22について停止時間が設定時間以上でないと仮定すれば、S43の判定がNOとなり、S44に移行する。

【0090】このS44においては、現時点までに基板

26が前記予定装着位置に、予め定められた設定枚数以上搬送されたか否かが判定される。本実施形態においては、基板26の搬送枚数のカウント値が、それが設定枚数に到達するごとにリセットされる。すなわち、このS44は、熱膨張量の検出が、基板26の搬送枚数に着目して、一定周期で実行されるようにするためのステップなのである。

【0091】今回は、現時点までに基板26が設定枚数以上搬送されていないと仮定すれば、S44の判定がNOとなり、以上で、このプログラムの今回の実行が終了する。

【0092】以上、各ロボット22、24に影響を与える各熱膨張量の時間的変化量がいずれも許容値を超えていないという条件と、今回の基板26の生産に関与しない装着用ロボット22は存在しないという条件と、いずれの装着用ロボット22についても停止時間が設定時間以上でないという条件と、現時点までに基板26が設定枚数以上搬送されていないという条件のすべてが同時に成立し、S41ないしS44の判定がすべてNOである場合を説明したが、それら4つの条件のうちの1つでも成立しない場合には、それらS41ないしS44のいずれかの判定がYESとなり、S45に移行する。

【0093】このS45においては、ロボット位置用熱膨張量検出プログラムと基板位置用熱膨張量検出プログラムとを起動させるための起動指令が発令され、その結果、それらプログラムの実行が開始される。以上で、この熱膨張量検出タイミング制御プログラムの今回の実行が終了する。

【0094】図19には、前記保持位置誤差検出プログラムの内容が概念的にフローチャートで表されている。このプログラムは、各装着用ロボット22について、各電子部品30を1個ずつ基板26に装着するために実行される。

【0095】このプログラムにおいては、まず、S61において、装着ヘッド32を、それに保持されている電子部品30と共に、その現在位置から部品撮像位置（第1撮像装置52に正対する位置）まで移動させるために予め設定された駆動信号がX軸およびY軸サーボモータ46、48にそれぞれ供給される。その駆動信号は、装着装置10の熱膨張量が0であり、かつ、保持具50による電子部品30の保持位置が正規である場合に、電子部品30の中心が正確に第1撮像装置52の撮像視野の中心に一致するように設定されている。

【0096】その後、S62において、保持具50に保持されている電子部品30が第1撮像装置52により撮像される。続いて、S63において、その撮像結果に基づき、X軸方向ずれ距離が、X軸方向における暫定保持位置誤差 ΔX_P 、Y軸方向ずれ距離が、Y軸方向における暫定保持位置誤差 ΔY_P としてそれぞれ計算される。

【0097】その後、S64において、ロボット位置用

熱膨張量 ΔX_E 、 ΔY_E がRAM106から読み出される。

【0098】続いて、S65において、上記計算された暫定保持位置誤差 ΔX_P において、上記読み出されたロボット位置用熱膨張量 ΔX_E が打ち消されることにより、最終保持位置誤差 ΔX_F が計算される。

【0099】このS65においては、さらに、前述の2つの仮定、すなわち、Y軸ボールねじ40の基端部において熱膨張量は0であるという仮定と、Y軸ボールねじ40上における任意の位置における熱膨張量は、そのY軸ボールねじ40の基端部からの距離に対して比例的に増加するという仮定とのもとに、(a)上記読み出されたロボット位置用熱膨張量 ΔY_E と、(b)熱膨張検出マーク撮像位置（正規の熱膨張検出マーク撮像位置で代用可能）のY軸ボールねじ40の基端部からの距離と、(c)部品撮像位置（正規の部品撮像位置で代用可能）のY軸ボールねじ40の基端部からの距離とに基づき、部品撮像位置における熱膨張量 ΔY_{EP} が推定される。

具体的には、部品撮像位置における熱膨張量 ΔY_{EP} が、Y軸ボールねじ40の基端部の位置と熱膨張検出マーク撮像位置との間における一次補間により推定される。さらに、このS65においては、上記計算された暫定保持位置誤差 ΔY_P において、上記推定された熱膨張量 ΔY_{EP} が打ち消されることにより、最終保持位置誤差 ΔY_F が計算される。

【0100】その後、S66において、その計算された最終保持位置誤差 ΔX_F 、 ΔY_F がRAM106にストアされる。以上で、この保持位置誤差検出プログラムの一回の実行が終了する。

【0101】図20には、基板位置誤差検出プログラムの内容が概念的にフローチャートで表されている。このプログラムは、各基板26の生産が開始されるごとにその開始に先立って実行される。

【0102】このプログラムにおいては、まず、S81において、移動具72を、第2撮像装置74と共に、その現在位置から基準マーク撮像位置（基準マーク76に正対する位置）まで移動させるために予め設定された駆動信号がX軸およびY軸サーボモータ82、84にそれぞれ供給される。その駆動信号は、装着装置10の熱膨張量が0であり、かつ、コンベヤ28による基板26の保持位置が正規である場合に、基準マーク76の中心が正確に第2撮像装置74の撮像視野の中心に一致するように設定されている。

【0103】その後、S82において、基準マーク76が第2撮像装置74により撮像される。続いて、S83において、その撮像結果に基づき、X軸方向ずれ距離が、X軸方向における暫定基板位置誤差 ΔX_P 、Y軸方向ずれ距離が、Y軸方向における暫定基板位置誤差 ΔY_P としてそれぞれ計算される。

【0104】その後、S84において、基板位置用熱膨

張量 ΔX_{EB} 、 ΔY_{EB} がRAM106から読み出される。

【0105】続いて、S85において、上記計算された暫定基板位置誤差 ΔX_B^P において、上記読み出された基板位置用熱膨張量 ΔX_{EB} が打ち消されることにより、最終基板位置誤差 ΔX_B^F が計算される。

【0106】このS85においては、さらに、上記保持位置誤差検出プログラムのS65に準じて、前述の2つの仮定、すなわち、Y軸ボールねじ80の基端部において熱膨張量は0であるという仮定と、Y軸ボールねじ80上における任意の位置における熱膨張量は、そのY軸

ボールねじ80の基端部からの距離に対して比例的に増加するという仮定とのもとに、(a)上記読み出された基板位置用熱膨張量 ΔY_{EB} と、(b)熱膨張検出マーク撮像位置(熱膨張検出マーク92の正規位置で代用可能)のY軸ボールねじ80の基端部からの距離と、(c)基準マーク撮像位置(基準マーク76の正規位置で代用可能)のY軸ボールねじ80の基端部からの距離とに基づき、基準マーク撮像位置における熱膨張量 ΔY_{EBN} が推定される。具体的には、基準マーク撮像位置における熱膨張量 ΔY_{EBN} が、Y軸ボールねじ80の基端部の位置と熱膨張検出マーク撮像位置との間における一次補間により推定される。さらに、このS85においては、上記計算された暫定基板位置誤差 ΔY_B^P において、上記推定された熱膨張量 ΔY_{EBN} が打ち消されることにより、最終基板位置誤差 ΔY_B^F が計算される。

【0107】その後、S86において、その計算された最終基板位置誤差 ΔX_B^F 、 ΔY_B^F がRAM106にストアされる。以上で、この基板位置誤差検出プログラムの一回の実行が終了する。

【0108】図21には、駆動信号決定プログラムの内容が概念的にフローチャートで表されている。このプログラムは、各装着用ロボット22について、各電子部品30を1個ずつ基板26に装着するために実行される。

【0109】このプログラムにおいては、まず、S101において、今回基板26に装着すべき電子部品30の目標装着位置 X_T 、 Y_T がRAM106から読み出される。例えば、今回の読み出しに先立って、それら目標装着位置 X_T 、 Y_T が外部からRAM106に取り込まれてストアされるようになっている。

【0110】次に、S102において、ロボット位置用熱膨張量 ΔX_{EP} 、 ΔY_{EP} がRAM106から読み出される。続いて、S103において、X軸およびY軸サーボモータ46、48についての暫定駆動信号 S_X^P 、 S_Y^P が決定される。

【0111】このS103においては、暫定駆動信号 S_X^P は、目標装着位置 X_T を考慮し、かつ、装着ヘッド32が現在位置から目標装着位置 X_T までX軸方向に移動させられる間、すべての位置において、熱膨張量がロボット位置用熱膨張量 ΔX_{EP} であると仮定された上で、そのロボット位置用熱膨張量 ΔX_{EP} が電子部品30の最終

的な実際の装着位置に現れないように、決定される。

【0112】これに対して、暫定駆動信号 S_Y^P は、目標装着位置 Y_T を考慮し、かつ、前述の2つの仮定、すなわち、Y軸ボールねじ40の基端部において熱膨張量は0であるという仮定と、Y軸ボールねじ40上における任意の位置における熱膨張量は、そのY軸ボールねじ40の基端部からの距離に対して比例的に増加するという仮定とのもとに、上記読み出されたロボット位置用熱膨張量 ΔY_{EP} に基づき、図15に2つのグラフで表されている関係に従い、決定される。具体的には、目標装着位置 Y_T における熱膨張量が、Y軸ボールねじ40の基端部の位置と熱膨張検出マーク撮像位置との間における一次補間により推定される。

【0113】その後、図21のS104において、最終保持位置誤差 ΔX_P^F 、 ΔY_P^F がRAM106から読み出される。続いて、S105において、最終基板位置誤差 ΔX_B^F 、 ΔY_B^F がRAM106から読み出される。

【0114】その後、S106において、X軸およびY軸サーボモータ46、48についての最終駆動信号 S_X^F 、 S_Y^F が決定される。最終駆動信号 S_X^F は、上記計算された暫定駆動信号 S_X^P が、上記読み出された最終保持位置誤差 ΔX_P^F と最終基板位置誤差 ΔX_B^F とが打ち消されるように補正されることにより、決定される。同様に、最終駆動信号 S_Y^F は、上記計算された暫定駆動信号 S_Y^P が、上記読み出された最終保持位置誤差 ΔY_P^F と最終基板位置誤差 ΔY_B^F とが打ち消されるように補正されることにより、決定される。

【0115】以上で、この駆動信号決定プログラムの一回の実行が終了する。

【0116】以上のようにして決定された最終駆動信号 S_X^F 、 S_Y^F は、図示しないプログラムがコンピュータ108により実行されることにより、X軸およびY軸サーボモータ46、48にそれぞれ供給され、それにより、各装着用ロボット22ごとに、装着ヘッド32が電子部品30と共に基板26上の目標装着位置 X_T 、 Y_T に向かってX軸方向とY軸方向とに移動させられる。

【0117】以上の説明から明らかなように、本実施形態においては、基板26が請求項1および7における「装着対象材」の一例を構成し、フレーム12が請求項1ないし4、6、7および15における「装置本体」の一例を構成し、X軸サーボモータ46、82とY軸サーボモータ48、84とがそれぞれ、請求項1および8における「駆動装置」の一例を構成しているのである。さらに、本実施形態においては、装着用ロボット22については、X軸ボールねじ38とY軸ボールねじ40とが互いに共同して、請求項1、4、8および15における「運動付与部材」の一例を構成し、X軸ボールねじ38が請求項4における「第2運動付与部材」の一例を構成し、Y軸ボールねじ40が同請求項における「第1運動付与部材」の一例を構成し、装着ヘッド32とX軸ガイ

ドレール49とが互いに共同して、請求項1ないし4、8および15における「可動部」の一例を構成し、装着ヘッド32(X軸可動部)が請求項4における「第2可動部」の一例を構成し、X軸ガイドレール49(Y軸可動部)が同請求項における「第1可動部」の一例を構成し、保持具50が請求項3および4における「保持具」の一例を構成し、撮像用ロボット24については、X軸ボールねじ78とY軸ボールねじ80とが互いに共同して、請求項1、8および15における「運動付与部材」の一例を構成し、移動具72とX軸ガイドレール81とが互いに共同して、請求項1、6ないし8、15における「可動部」の一例を構成し、移動具72が請求項7における「移動具」の一例を構成しているのである。

【0118】さらに、本実施形態においては、熱膨張検出マーク54に関し、その熱膨張検出マーク54と本体56と突出部材58と面発光シール60とが互いに共同して、請求項1ないし4、8、10および11における「被撮像対象」の一例を構成し、熱膨張検出マーク92に関し、その熱膨張検出マーク92と本体94と突出部材96と面発光シール98とが互いに共同して、請求項1、6ないし8、10および11における「被撮像対象」の一例を構成しているのである。さらにまた、本実施形態においては、熱膨張検出マーク54、92がそれぞれ、請求項10および11における「中央部」の一例を構成し、面発光シール60、98がそれぞれ、請求項10、11、13および14における「周辺部」の一例と請求項14における「シール」の一例とを構成し、本体56、94がそれぞれ、請求項11における「本体」の一例を構成し、突出部材58、96がそれぞれ、請求項11ないし14における「突出部」の一例を構成しているのである。さらにまた、本実施形態においては、装着用ロボット22については、第1撮像装置52が請求項1ないし3、8、10および13における「撮像装置」の一例を構成し、撮像用ロボット24については、第2撮像装置74が請求項1、6ないし8、10および13における「撮像装置」の一例を構成しているのである。

【0119】さらに、本実施形態においては、第1撮像装置52のフレーム12への固定位置が請求項2における「電子部品装着装置の熱膨張の影響も、他の要因による影響も実質的に受けない位置」の一例に相当し、熱膨張検出マーク54の装着ヘッド32への装着位置が同請求項における「電子部品装着装置の熱膨張の影響は受けるが、他の要因による影響は実質的に受けない位置」の一例に相当し、熱膨張検出マーク92のフレーム12への固定位置が請求項6における「電子部品装着装置の熱膨張の影響も、他の要因による影響も実質的に受けない位置」の一例に相当し、第2撮像装置74の移動具72への固定位置が同請求項における「電子部品装着装置の熱膨張の影響は受けるが、他の要因による影響は実質的

に受けない位置」の一例に相当しているのである。

【0120】さらに、本実施形態においては、コントローラ100が請求項1および15における「コントローラ」の一例を構成し、コントローラ100のうち、図19のS65を実行する部分のうちY軸方向に関する数値(具体的には、少なくとも熱膨張量 ΔY_{EPH} 、最終保持位置誤差 ΔY_P^F を含む)に対して処理する部分と、図20のS85を実行する部分のうちY軸方向に関する数値(具体的には、少なくとも熱膨張量 ΔY_{EBH} 、最終基板位置誤差 ΔY_B^F を含む)に対して処理する部分と、図21の駆動信号決定プログラムを実行する部分のうちY軸方向に関する数値(具体的には、少なくとも暫定駆動信号 S_Y^P 、最終駆動信号 S_Y^F により表されるものを含む)に対して処理する部分とが互いに共同して、請求項15における「比例型指令信号決定手段」の一例を構成し、各Y軸ボールねじ40、80の基端部が同請求項における「基準点」の一例に相当しているのである。

【0121】次に、本発明の第2実施形態を説明する。ただし、本実施形態は、第1実施形態と共通する要素が多いため、共通する要素については同一の符号を付した用語を使用することによって詳細な説明を省略し、異なる要素についてのみ詳細に説明する。

【0122】第1実施形態においては、前記X軸可動部としての各装着ヘッド32に、保持具50と熱膨張検出マーク52とが共に設けられている。それにより、第1実施形態においては、保持具50と熱膨張検出マーク54とが、X軸ボールねじ38に沿ったX軸方向とY軸ボールねじ40に沿ったY軸方向との双方に、常時一緒に移動させられる。

【0123】これに対して、本実施形態においては、図22に示すように、保持具50が各装着ヘッド32に設けられるが、第1実施形態における熱膨張検出マーク54に相当する熱膨張検出マーク154が、各装着ヘッド32にではなく、前記Y軸可動部であるX軸ガイドレール49に設けられている。そのような構成により、本実施形態においては、保持具50は、X軸方向とY軸方向との双方に移動させられるのに対し、熱膨張検出マーク154は、Y軸方向にのみ移動させられる。

【0124】熱膨張検出マーク154は、図22に示すように、X軸ガイドレール49における本体156の水平な下面から真直ぐ下方に突出した突出部材158の先端に装着されている。この点で、第1実施形態における熱膨張検出マーク54とは異なるが、それ以外の点についてはその熱膨張検出マーク54と共通している。すなわち、突出部材158がテーパ化させられているとともに、熱膨張検出マーク154の背後において面発光シール160が配置されているのである。さらに、その面発光シール160は、突出部材158の基端部(図5において符号63を付して示す部分に相当する)であってその本体部162より小径のものが貫通させられている

貫通穴（図5において符号66を付して示す部分に相当する）を有しており、その貫通穴の周縁は、突出部材158の基端部と本体部162との間の段付き面（図5において符号67を付して示す部分に相当する）で覆われているのである。

【0125】本実施形態においては、熱膨張検出マーク154が、それが第1撮像装置52に正対する位置である熱膨張検出マーク撮像位置において、その第1撮像装置52により撮像される。図22には、その熱膨張検出マーク撮像位置にある熱膨張検出マーク154と第1撮像装置52との相対位置関係が示されている。

【0126】第1実施形態においては、各装着用ロボット22のX軸全体熱膨張量が、各装着ヘッド32に設けられた熱膨張検出マーク54を利用して検出される。これに対して、本実施形態においては、各装着用ロボット22のX軸全体熱膨張量が、各X軸ガイドレール49に設けられた熱膨張検出マーク154を利用して検出される。

【0127】一方、各装着用ロボット22のY軸方向における熱膨張量に関しては、第1実施形態におけると同様に、Y軸ボールねじ40の熱膨張に依拠する成分を第1実施形態において採用されたのと同じ2つの仮定のもとに取得するために、熱膨張検出マーク154を用いることにより、Y軸ボールねじ40上のある位置における熱膨張量であってY軸方向位置に関するものが検出される。

【0128】前述のように、本実施形態においては、熱膨張検出マーク154が、X軸方向には移動させられないX軸ガイドレール49に設けられるが、X軸方向に関しては、第1実施形態におけると同様に、装着ヘッド32に影響を及ぼすX軸全体熱膨張のうちX軸ボールねじ38の熱膨張に依拠した成分は無視されているため、問題は生じない。

【0129】一方、第1実施形態においては、熱膨張検出マーク54が装着ヘッド32に設けられているため、その装着ヘッド32の重量が増加し、その結果、熱膨張検出マーク54を設けない場合と比較して、装着ヘッド32（保持具50）の運動の応答性が、それをX軸方向に移動させる場合にもY軸方向に移動させる場合にも低下してしまう傾向が強い。

【0130】これに対して、本実施形態においては、熱膨張検出マーク154が、X軸方向には移動させられないX軸ガイドレール49に設けられているため、装着ヘッド32（保持具50）をX軸方向に移動させる場合には、熱膨張検出マーク154に係る部品の重量が装着ヘッド32の慣性重量に加えられず、よって、その運動の応答性がそれほど低下せずに済む。

【0131】本実施形態においては、第1実施形態におけると基本的に同じ6つのプログラムがコンピュータ108により実行されることにより、装着装置150が作

動させられる。

【0132】以上の説明から明らかなように、本実施形態においては、フレーム12が請求項1ないし3、5ないし7、15における「装置本体」の一例を構成し、X軸ボールねじ38とY軸ボールねじ40とが互いに共同して、請求項1、5、8および15における「運動付与部材」の一例を構成し、X軸ボールねじ38が請求項5における「第2運動付与部材」の一例を構成し、Y軸ボールねじ40が同請求項における「第1運動付与部材」の一例を構成し、装着ヘッド32とX軸ガイドレール49とが互いに共同して、請求項1ないし3、5、8および15における「可動部」の一例を構成し、装着ヘッド32が請求項5における「第2可動部」の一例を構成し、X軸ガイドレール49が同請求項における「第1可動部」の一例を構成し、保持具50が請求項3および5における「保持具」の一例を構成しているのである。

【0133】さらに、本実施形態においては、熱膨張検出マーク154と本体156と突出部材158と面発光シール160とが互いに共同して、請求項1ないし3、5、8、10および11における「被撮像対象」の一例を構成し、熱膨張検出マーク154が請求項10および11における「中央部」の一例を構成し、面発光シール160が請求項10、11、13および14における「周辺部」の一例と請求項14における「シール」の一例とを構成し、本体156が請求項11における「本体」の一例を構成し、突出部材158が請求項11ないし14における「突出部」の一例を構成しているのである。

【0134】さらに、本実施形態においては、熱膨張検出マーク154のX軸ガイドレール49への装着位置が請求項2における「電子部品装着装置の熱膨張の影響は受けるが、他の要因による影響は実質的に受けない位置」の一例に相当しているのである。

【0135】次に、本発明の第3実施形態を説明する。ただし、本実施形態は、第1実施形態と共通する要素が多いため、共通する要素については同一の符号を付した用語を使用することによって詳細な説明を省略し、異なる要素についてのみ詳細に説明する。

【0136】第1実施形態においては、各装着用ロボット22については、フレーム12に第1撮像装置52が1個ずつ固定され、また、撮像用ロボット24については、フレーム12に熱膨張検出マーク92が1個固定されている。そのような構成により、第1実施形態においては、いずれのロボット22、24についても、熱膨張検出マーク撮像位置が1箇所のみ設定され、特に、Y軸方向における熱膨張の問題については、Y軸ボールねじ40、80上のある位置における熱膨張量の検出値と、前述の2つの仮定、すなわち、Y軸ボールねじ40、80の基端部における熱膨張量が0であるという仮定と、Y軸ボールねじ40、80上における任意の位置にお

る熱膨張量は、そのY軸ボールねじ40、80の基端部からの距離に対して比例的に増加するという仮定との共同により、解決される。

【0137】これに対して、本実施形態においては、図23に示すように、各装着用ロボット22については、フレーム12のうちその温度上昇に対する熱膨張が他の部位より少ない部位に、第1実施形態における第1撮像装置52と同じ構成を有する第1撮像装置が2個ずつ固定されている。それら2個の第1撮像装置210、212の一方である第1撮像装置210は、第1実施形態における第1撮像装置52（図3参照）と同じ位置に配置されているが、他方の第1撮像装置212は、その一方の第1撮像装置210に対してY軸方向に離れた位置（本実施形態においては、Y軸ボールねじ40の基端部に対して、部品撮像位置および目標装着位置より近い位置）に配置されている。以下、一方の第1撮像装置210が熱膨張検出マーク54を撮像する位置を、第1熱膨張検出マーク撮像位置といい、他方の第1撮像装置212が同じ熱膨張検出マーク54を撮像する位置を、第2熱膨張検出マーク撮像位置という。

【0138】さらに、本実施形態においては、図24に示すように、撮像用ロボット24については、フレーム12のうちその温度上昇に対する熱膨張が他の部位より少ない部位に、第1実施形態における熱膨張検出マーク92と同じ構成を有する熱膨張検出マークが2個固定されている。それら2個の熱膨張検出マーク220、222の一方である熱膨張検出マーク220は、第1実施形態における熱膨張検出マーク92（図10参照）と同じ位置に配置されているが、他方の熱膨張検出マーク222は、その一方の熱膨張検出マーク220に対してY軸方向に離れた位置（本実施形態においては、Y軸ボールねじ80の基端部に対して、基準マーク撮像位置より近い位置）に配置されている。以下、第2撮像装置74が一方の熱膨張検出マーク220を撮像する位置を、第1熱膨張検出マーク撮像位置といい、他方の熱膨張検出マーク222を撮像する位置を、第2熱膨張検出マーク撮像位置という。

【0139】本実施形態においては、X軸方向における熱膨張の問題の解決手法は第1実施形態における同じであるが、Y軸方向における熱膨張の問題の解決手法は異なっている。第1実施形態においてY軸ボールねじ40、80の基端部における熱膨張量を0であると仮定することに変えて、第1実施形態における熱膨張検出マーク撮像位置と同じ熱膨張検出マーク撮像位置（第1熱膨張検出マーク撮像位置）のみならず、別の熱膨張検出マーク撮像位置（第2熱膨張検出マーク撮像位置）においても、熱膨張量が実測されるようになっているのである。

【0140】図25に示すように、第1熱膨張検出マーク撮像位置において熱膨張量が検出され、さらに、第2

熱膨張検出マーク撮像位置においても熱膨張量が検出されれば、それら2つの熱膨張検出マーク撮像位置の間の、Y軸ボールねじ40、80上における各位置においては、熱膨張量がいずれかの熱膨張検出マーク撮像位置からの距離に対して比例的に変化すると仮定を採用すれば、同図における2つのグラフのうち上側のもので表される、駆動信号とX軸可動部（装着ヘッド32または移動具72）の位置との関係が取得される。

【0141】本実施形態においては、そのようにして取得される関係に従い、それら2つの検出値に基づき、Y軸方向における熱膨張の問題が解決されるのである。

【0142】本実施形態においても、第1実施形態におけると基本的に同じ6つのプログラムがコンピュータ108により実行されることにより、装着装置200が作動させられる。

【0143】ただし、本実施形態においては、第1実施形態におけるロボット位置用熱膨張量検出プログラムが、2つの熱膨張量マーク撮像位置においてロボット位置用第1熱膨張量 ΔX_{EP1} 、 ΔY_{EP1} とロボット位置用第2熱膨張量 ΔX_{EP2} 、 ΔY_{EP2} とを計算するように変更して実行される。

【0144】また、本実施形態においては、第1実施形態における基板位置用熱膨張量検出プログラムが、2つの熱膨張量マーク撮像位置において基板位置用第1熱膨張量 ΔX_{EB1} 、 ΔY_{EB1} と基板位置用第2熱膨張量 ΔX_{EB2} 、 ΔY_{EB2} とを計算するように変更して実行される。

【0145】また、本実施形態においては、第1実施形態における保持位置誤差検出プログラムが、S65の内容が次のように変更されて実行される。

【0146】すなわち、計算された暫定保持位置誤差 ΔX_P において、RAM106から読み出されたロボット位置用第1熱膨張量 ΔX_{EP1} が打ち消されることにより最終保持位置誤差 ΔX_P が計算される。

【0147】さらに、Y軸ボールねじ40上における任意の位置における熱膨張量はそのY軸ボールねじ40上の基準点からの距離に対して比例するという仮定とのとに、（a）RAM106から読み出されたロボット位置用第1および第2熱膨張量 ΔY_{EP1} 、 ΔY_{EP2} と、

（b）第1熱膨張検出マーク撮像位置（正規の第1熱膨張検出マーク撮像位置で代用可能）と第2熱膨張検出マーク撮像位置（正規の第2熱膨張検出マーク撮像位置で代用可能）との間の距離と、（c）部品撮像位置（正規の部品撮像位置で代用可能）の、第1熱膨張検出マーク撮像位置と第2熱膨張検出マーク撮像位置のうちY軸ボールねじ40上の基準点として予め定められた一方からの距離とに基づき、部品撮像位置における熱膨張量 ΔY_{EPN} が推定される。具体的には、部品撮像位置における熱膨張量 ΔY_{EPN} が、第1熱膨張検出マーク撮像位置と第2熱膨張検出マーク撮像位置との間における一次補間により推定される。さらに、計算された暫定保持位置誤

差 ΔY_P^P において、上記推定された熱膨張量 ΔY_{EPN} が打ち消されることにより、最終保持位置誤差 ΔY_P^F が計算される。

【0148】また、本実施形態においては、第1実施形態における基板位置誤差検出プログラムが、S85の内容が次のように変更されて実行される。

【0149】すなわち、計算された暫定基板位置誤差 ΔX_B^P において、RAM106から読み出された基板位置用第1熱膨張量 ΔX_{EB1} が打ち消されることにより、最終基板位置誤差 ΔX_B^F が計算される。

【0150】さらに、Y軸ボールねじ80上における任意の位置における熱膨張量はそのY軸ボールねじ80上の基準点からの距離に対して比例するという仮定のもとに、(a) RAM106から読み出された基板位置用第1および第2熱膨張量 ΔY_{EB1} 、 ΔY_{EB2} と、(b) 第1熱膨張検出マーク撮像位置(熱膨張検出マーク220の正規位置で代用可能)と第2熱膨張検出マーク撮像位置(熱膨張検出マーク222の正規位置で代用可能)との間の距離と、(c) 基準マーク撮像位置(基準マーク76の正規位置で代用可能)の、第1熱膨張検出マーク撮像位置と第2熱膨張検出マーク撮像位置のうちY軸ボールねじ80上の基準点として予め定められた一方からの距離とに基づき、基準マーク撮像位置における熱膨張量 ΔY_{EBN} が推定される。具体的には、基準マーク撮像位置における熱膨張量 ΔY_{EBN} が、第1熱膨張検出マーク撮像位置と第2熱膨張検出マーク撮像位置との間における一次補間により推定される。さらに、計算された暫定基板位置誤差 ΔY_B^P において、上記推定された熱膨張量 ΔY_{EBN} が打ち消されることにより、最終基板位置誤差 ΔY_B^F が計算される。

【0151】また、本実施形態においては、第1実施形態における駆動信号決定プログラムが、S103の内容が次のように変更されて実行される。

【0152】すなわち、暫定駆動信号 S_X^P は、目標装着位置 X_T を考慮し、かつ、装着ヘッド32が現在位置から目標装着位置 X_T までX軸方向に移動させられる間、すべての位置において、熱膨張量がロボット位置用第1熱膨張量 ΔX_{EP1} であると仮定された上で、そのロボット位置用第1熱膨張量 ΔX_{EP1} が電子部品30の最終的な実際の装着位置に現れないように、決定される。

【0153】これに対して、暫定駆動信号 S_Y^P は、目標装着位置 Y_T を考慮し、かつ、Y軸ボールねじ40上における任意の位置における熱膨張量はそのY軸ボールねじ40上の基準点からの距離に対して比例するという仮定のもとに、RAM106から読み出されたロボット位置用第1および第2熱膨張量 ΔY_{EP1} 、 ΔY_{EP2} に基づき、図25に2つのグラフで表されている関係に従い、決定される。具体的には、目標装着位置 Y_T における熱膨張量が、第1熱膨張検出マーク撮像位置と第2熱膨張検出マーク撮像位置との間における一次補間により推定

される。本実施形態においては、第1熱膨張検出マーク撮像位置と第2熱膨張検出マーク撮像位置とのうちの一方が、Y軸ボールねじ40上の基準点として予め定められる。

【0154】なお付言すれば、本実施形態においては、Y軸方向における熱膨張量の問題が、各Y軸ボールねじ40、80上における任意の位置における熱膨張量は各Y軸ボールねじ40、80上の基準点からの距離に対して比例するという仮定のもと、2つの熱膨張検出マーク撮像位置の間において一次補間を実施することにより解決されるが、このような解決手法を採用することは、本発明を実施する上で不可欠なことではない。例えば、各Y軸ボールねじ40、80の基端部における熱膨張量は0であり、かつ、各Y軸ボールねじ40、80上における任意の位置における熱膨張量は各Y軸ボールねじ40、80上の基準点からの距離に対して比例しないという状況のもと、フレーム12の、各Y軸ボールねじ40、80の基端部の支持位置と、2つの熱膨張検出マーク撮像位置との間において曲線補間(例えば、スプライン補間)を実施することにより熱膨張量の問題を解決するようにして本発明を実施することが可能である。

【0155】以上の説明から明かなように、本実施形態においては、フレーム12が請求項9における「装置本体」の一例を構成し、さらに、装着用ロボット22については、X軸ボールねじ38とY軸ボールねじ40とが互いに共同して、同請求項における「運動付与部材」の一例を構成し、撮像用ロボット24については、X軸ボールねじ78とY軸ボールねじ80とが互いに共同して、同請求項における「運動付与部材」の一例を構成しているのである。

【0156】さらに、本実施形態においては、一方の熱膨張検出マーク220に関し、その熱膨張検出マーク220と本体94と突出部材96と面発光シール98とが互いに共同して、請求項1、6ないし11における「被撮像対象」の一例を構成し、他方の熱膨張検出マーク222に関し、その熱膨張検出マーク222と本体94と突出部材96と面発光シール98とが互いに共同して、同請求項における「被撮像対象」の一例を構成しているのである。さらにまた、本実施形態においては、熱膨張検出マーク220、222がそれぞれ、請求項10および11における「中央部」の一例を構成し、第1撮像装置210、212がそれぞれ、請求項1ないし3、8ないし10、13における「撮像装置」の一例を構成しているのである。

【0157】さらに、本実施形態においては、第1撮像装置210のフレーム12への固定位置と、第1撮像装置212のフレーム12への固定位置とがそれぞれ、請求項2における「電子部品装着装置の熱膨張の影響も、他の要因による影響も実質的に受けない位置」の一例に相当し、熱膨張検出マーク220のフレーム12への固

定位置と、熱膨張検出マーク222のフレーム12への固定位置とがそれぞれ、請求項6における「電子部品装着装置の熱膨張の影響も、他の要因による影響も実質的に受けない位置」の一例に相当しているのである。

【0158】さらに、本実施形態においては、コントローラ100のうち、図19のS65に相当するステップを実行する部分のうちY軸方向に関する数値（具体的には、少なくとも熱膨張量 ΔY_{EPN} 、最終保持位置誤差 ΔY_P^F を含む）に対して処理する部分と、図20のS85に相当するステップを実行する部分のうちY軸方向に関する数値（具体的には、少なくとも熱膨張量 ΔY_{EPN} 、最終基板位置誤差 ΔY_B^F を含む）に対して処理する部分と、図21の駆動信号決定プログラムに相当する駆動信号決定プログラムを実行する部分のうちY軸方向に関する数値（具体的には、少なくとも暫定駆動信号 S_V^P 、最終駆動信号 S_V^F により表されるものを含む）に対して処理する部分とが互いに共同して、請求項15における「比例型指令信号決定手段」の一例を構成し、各ロボット22、24における第1熱膨張検出マーク撮像位置と第2熱膨張検出マーク撮像位置とのうち、Y軸ボールねじ40、80上の基準点として予め定められた一方が同請求項における「基準点」の一例に相当しているのである。

【0159】なお付言すれば、以上説明したいくつかの実施形態のうち第1および第3実施形態においては、装着ヘッド32において、電子部品30を保持する保持具50とは別の部位に、熱膨張量を検出するために撮像される熱膨張検出マーク54が装着されているが、保持具50を、それが電子部品30を保持していない状態で第1撮像装置52により撮像することにより、その撮像結果を利用して熱膨張量を検出することが可能である。このようにすれば、熱膨張量の検出のために装着ヘッド32の構成に施すべき変更が少なくて済む。

【0160】さらに付言すれば、以上説明したいくつかの実施形態においては、いずれのボールねじ38、40、78、80も、それを支持する部材に片持ち状に支持されているが、両持ち状に支持されるボールねじを使用する装着装置に対して本発明を実施することが可能である。この場合、ボールねじは、熱膨張に起因し、片持ち状に支持されたボールねじは示さない特殊な変形状態を示すことがあるため、このことを考慮して熱膨張検出マークの配置、数等を設計することが望ましい。

【0161】さらに付言すれば、ボールねじ38、40、78、80の全ストロークについて高い位置決め精度が要求されているのではなく、一部のストローク領域に限って要求される場合には、そのストローク領域におけるボールねじ38、40、78、80の熱膨張量を直接に検出できるように熱膨張検出マークを配置することが望ましい。この場合、そのストローク領域の長さが比較的短い場合には、そのストローク領域上の位置の如何

を問わず、上述の直接の検出値を固定の補正值として用いることにより、電子部品30の保持位置の検出値や基板26上の基準マーク76の位置の検出値、サーボモータ46、48、82、84に供給する駆動信号を補正しても、ある程度の補正精度が実現され得る。

【0162】以上、本発明のいくつかの実施形態を図面に基づいて詳細に説明したが、これらは例示であり、前記「課題を解決するための手段および発明の効果」の欄に記載の態様を始めとして、当業者の知識に基づいて種々の変形、改良を施した形態で本発明を実施することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態である電子部品装着装置10を示す正面図である。

【図2】図1の電子部品装着装置10を示す破断側面図である。

【図3】図1における装着用ロボット22におけるY軸移動装置36を部品撮像位置において、第1撮像装置52と共に示す側面図である。

【図4】図1における装着用ロボット22におけるY軸移動装置36を熱膨張検出マーク撮像位置において、第1撮像装置52と共に示す側面図である。

【図5】図3における装着ヘッド32のうち熱膨張検出マーク54が装着される部分を示す側面断面図である。

【図6】図5における熱膨張検出マーク54を第1撮像装置52により撮像した画像を示す図である。

【図7】図3における装着ヘッド32のうち熱膨張検出マーク54が装着される部分に相当する部分であって第1実施形態におけるとは構成が異なるものを比較例として示す側面断面図である。

【図8】図7における熱膨張検出マーク64を第1撮像装置52により撮像した画像を示す図である。

【図9】(a)は、図1における電子部品装着装置10に熱膨張がない状態で、図5における熱膨張検出マーク54を第1撮像装置52により撮像した画像を示す図であり、(b)は、その電子部品装着装置10に熱膨張がある状態で、その熱膨張検出マーク54を第1撮像装置52により撮像した画像を示す図である。

【図10】図1における撮像用ロボット24におけるY軸移動装置79を熱膨張検出マーク撮像位置において、第2撮像装置74と共に示す側面図である。

【図11】図1における電子部品装着装置10の電氣的構成を示すブロック図である。

【図12】図11におけるROM104の構成を概念的に示す図である。

【図13】図11におけるRAM106の構成を概念的に示す図である。

【図14】図1に示す電子部品装着装置10において熱膨張の問題を解決する原理を説明するためのグラフである。

【図15】図1に示す電子部品装着装置10において熱膨張の問題を解決する原理を説明するための別のグラフである。

【図16】図12におけるロボット位置用熱膨張量検出プログラムを概念的に示すフローチャートである。

【図17】図12における基板位置用熱膨張量検出プログラムを概念的に示すフローチャートである。

【図18】図12における熱膨張量検出タイミング制御プログラムを概念的に示すフローチャートである。

【図19】図12における保持位置誤差検出プログラム・10を概念的に示すフローチャートである。

【図20】図12における基板位置誤差検出プログラムを概念的に示すフローチャートである。

【図21】図12における駆動信号決定プログラムを概念的に示すフローチャートである。

【図22】本発明の第2実施形態である電子部品装着装置150における装着用ロボット22のY軸移動装置36を熱膨張検出マーク撮像位置において、第1撮像装置52と共に示す側面図である。

【図23】本発明の第3実施形態である電子部品装着装置200における装着用ロボット22のY軸移動装置36を2つの第1撮像装置210、212と共に示す側面図である。

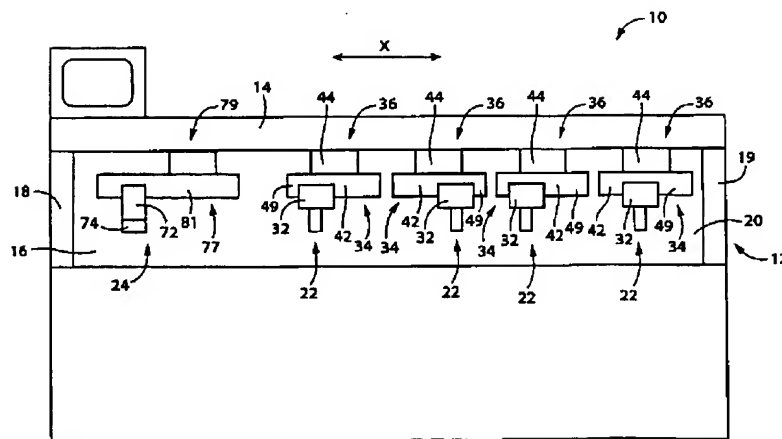
【図24】上記電子部品装着装置200における撮像用ロボット24のY軸移動装置79を2つの熱膨張検出マーク220、222と共に示す側面図である。

【図25】上記電子部品装着装置200において熱膨張の問題を解決する原理を説明するためのグラフである。

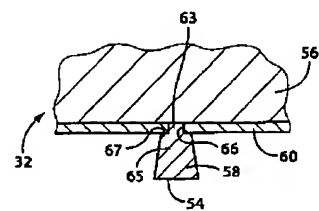
【符号の説明】

10, 150, 200 電子部品装着装置
12 フレーム
26 基板
30 電子部品
32 装着ヘッド
38, 40, 78, 80 ボールねじ
46, 48, 82, 84 サーボモータ
49, 81 X軸ガイドレール
50 保持具
52, 210, 212 第1撮像装置
54, 92, 154, 220, 222 熱膨張検出マーク
56, 94, 156 本体
58, 96, 158 突出部材
60, 98, 160 面発光シール
63 基端部
65, 99, 162 本体部
66 貫通穴
67 段付き面
72 移動具
74 第2撮像装置
76 基準マーク
100 コントローラ

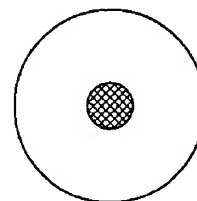
【図1】



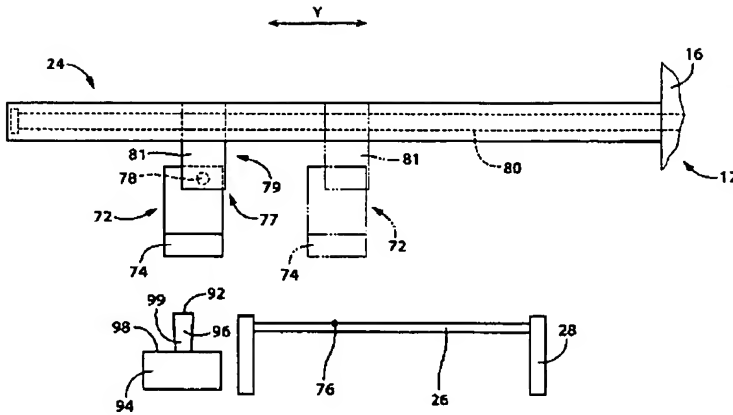
【図5】



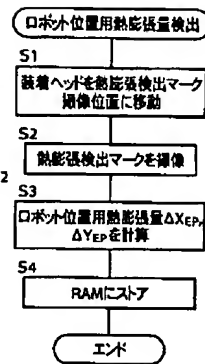
【図6】



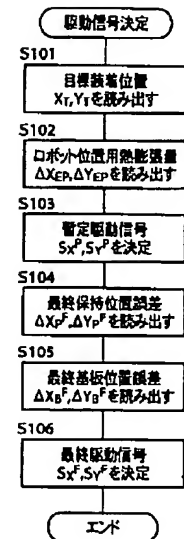
【図10】



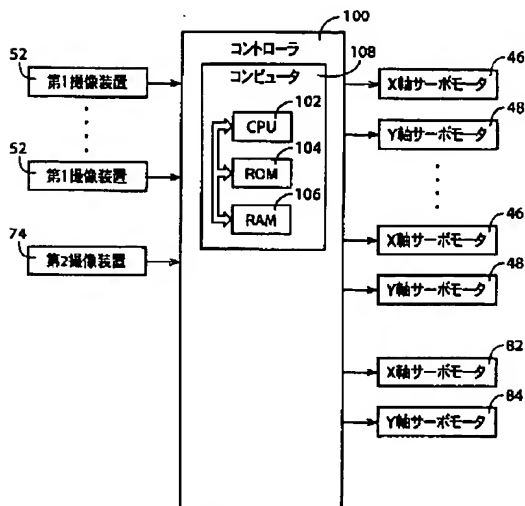
【図16】



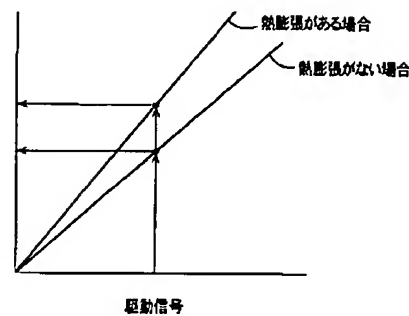
【図21】



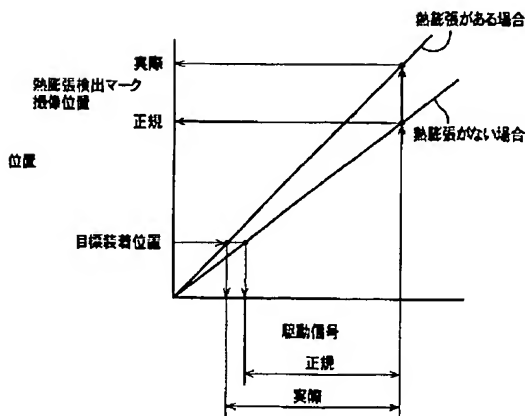
【図11】



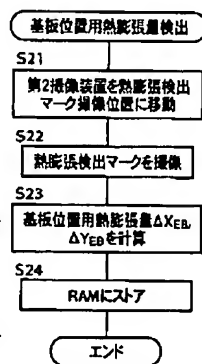
【図14】



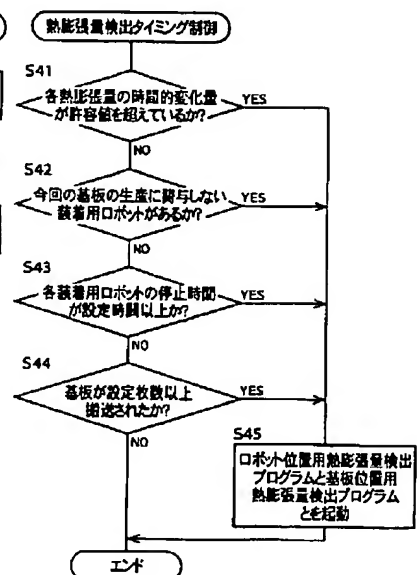
【図15】



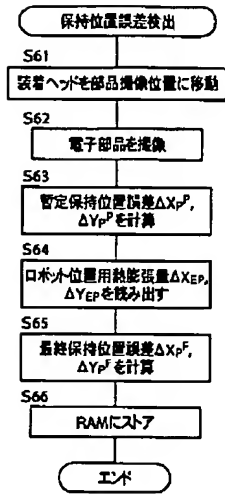
【図17】



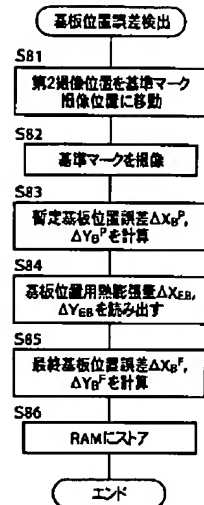
【図18】



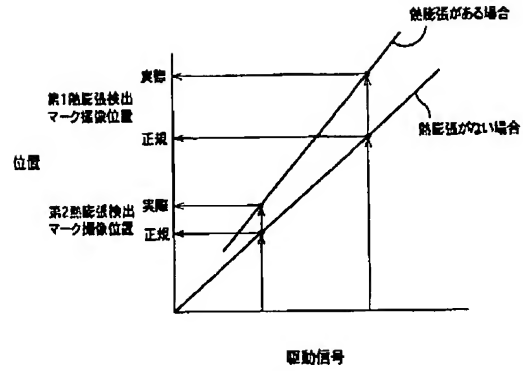
【図19】



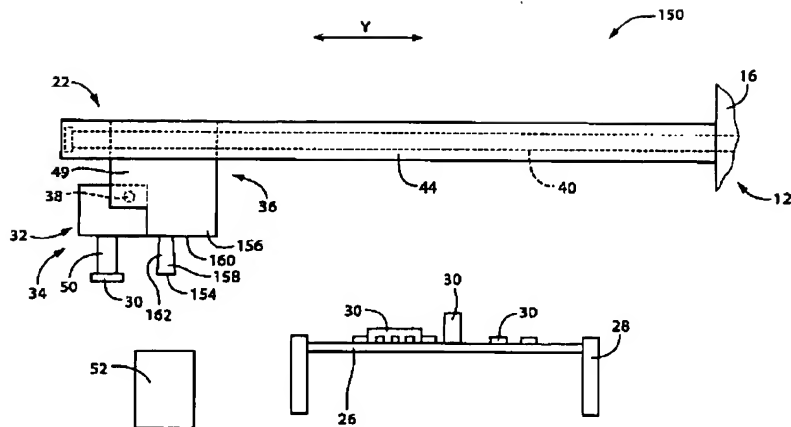
【図20】



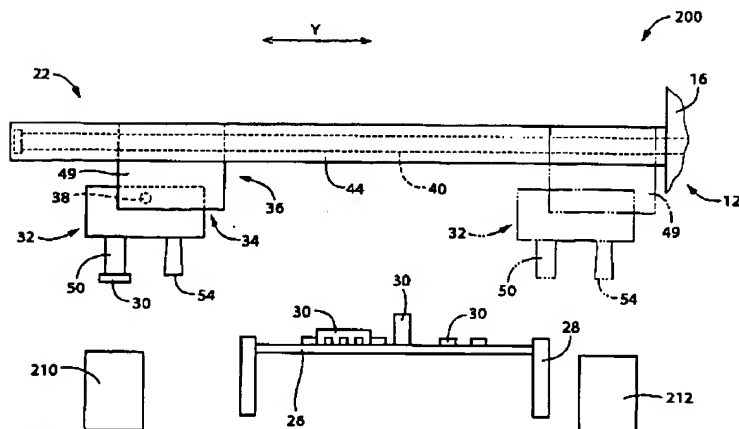
【図25】



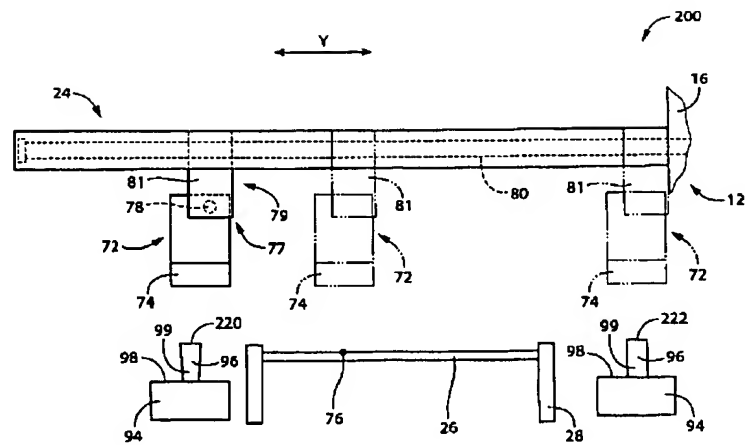
【図22】



【図23】



【図24】



フロントページの続き

(72)発明者 谷崎 昌裕
愛知県知立市山町茶碓山19番地 富士機械
製造株式会社内

(72)発明者 近藤 敏弘
愛知県知立市山町茶碓山19番地 富士機械
製造株式会社内

F ターム(参考) 5E313 AA02 AA11 CC03 CC04 DD01
DD02 DD03 EE01 EE02 EE03
EE24 EE25 EE33 EE35 EE37
FF24 FF26 FF28 FF32 FG02

PAT-NO: JP02002217598A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2002217598 A
TITLE: ELECTRONIC COMPONENT MOUNTING
APPARATUS
PUBN-DATE: August 2, 2002

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
IIZAKA, ATSUSHI	N/A
SHIMIZU, KOJI	N/A
TANIZAKI, MASAHIRO	N/A
KONDO, TOSHIHIRO	N/A

INT-CL (IPC): H05K013/04, H05K013/08

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enable an electronic component to be mounted on a board with sufficiently high positional accuracy, irrespective of the thermal expansion of an electronic component mounting apparatus.

SOLUTION: The electronic component mounting apparatus comprises a thermal expansion mark 54, fixed to a mounting head 32 of the electronic component 30, for detecting thermal expansion amount of a Y-axis ball screw 40, a photographing unit 52 fixed to an apparatus body 12, and a controller for deciding a command signal to be supplied to a driver of the screw 40, so as to suppress the reflection of the error, depending upon the thermal expansion to an actual position in the Y-axis direction of the head 32, based on the photographing result of the mark 54 by the unit 52.

COPYRIGHT: (C) 2002, JPO

----- KWIC -----

Abstract Text - FPAR (1):

PROBLEM TO BE SOLVED: To enable an electronic component to be mounted on a board with sufficiently high positional accuracy, irrespective of the thermal expansion of an electronic component mounting apparatus.

Abstract Text - FPAR (2):

SOLUTION: The electronic component mounting apparatus comprises a thermal expansion mark 54, fixed to a mounting head 32 of the electronic component 30, for detecting thermal expansion amount of a Y-axis ball screw 40, a photographing unit 52 fixed to an apparatus body 12, and a controller for deciding a command signal to be supplied to a driver of the screw 40, so as to suppress the reflection of the error, depending upon the thermal expansion to an actual position in the Y-axis direction of the head 32, based on the photographing result of the mark 54 by the unit 52.

Title of Patent Publication - TTL (1):

ELECTRONIC COMPONENT MOUNTING APPARATUS

Inventor Name (Derived) - INZZ (4):

KONDO, TOSHIHIRO